

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD

TECHNOLOGIE

1^{re} Année

S.C.I.P. - Paris

1^{re} Leçon

INTRODUCTION

La Technologie est l'étude des procédés industriels.

Il y a une Technologie particulière pour chaque profession.

Le présent cours donne seulement les généralités sur le travail des métaux.

Dans les cours pratiques et les stages, les apprentis se familiariseront avec la presque totalité des outils et machines décrites et recevront l'enseignement de la Technologie particulière à leur spécialité.

Avant de débiter, il importe que les apprentis connaissent bien les définitions ci-après.

MALLÉABILITÉ :

C'est la propriété que possèdent les métaux de pouvoir être réduits en lames minces par l'action du marteau ou au laminoir. Le laminoir se compose de deux cylindres de fonte ou d'acier que l'on peut rapprocher à volonté et qui tournent en sens contraire. L'or est le plus malléable de tous les métaux ; après lui, viennent l'argent, l'aluminium, le cuivre, l'étain, le plomb, le zinc, le fer.

DUCTILITÉ :

La ductilité est la propriété que possèdent les métaux de se laisser étirer, au moyen de la filière, en fils plus ou moins fins. La filière est une plaque d'acier percée de trous de diamètres de plus en plus petits, par lesquels on fait passer les fils métalliques. L'or est le métal le plus ductile, après lui se placent l'argent, le platine, l'aluminium, le fer, le cuivre, le zinc, l'étain le plomb.

DURETÉ :

La dureté est la résistance que présentent les métaux quand on essaie de les rayer. La dureté des métaux est très variable ; le potassium, le sodium, le plomb peuvent être rayés avec l'ongle ; le zinc, l'étain, le cuivre, le platine, l'or et l'argent ont une dureté moyenne, le fer, le chrome et le manganèse sont très durs.

TÉNACITÉ :

La ténacité est la résistance que les fils métalliques opposent à la rupture, lorsqu'ils sont soumis à des tractions exercées dans le sens de la longueur.

Le fer est le métal le plus tenace, après lui se rangent par ordre décroissant de ténacité, le cuivre, le platine, l'argent, le zinc, l'étain et le plomb.

CHARGE DE RUPTURE :

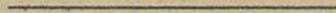
La charge par unité de surface est le quotient de la charge totale uniformément répartie sur une surface par l'aire de cette surface. La charge de rupture est la charge par unité de surface qui produit la rupture.

ALLONGEMENT :

L'allongement est l'augmentation de longueur, rapportée à $100 \frac{m}{m}$, prise par l'éprouvette brisée et relevant la distance des repères préalablement tracés sur l'éprouvette.

FRAGILITÉ :

Un corps dit fragile casse à la suite d'une faible dépense de travail.



PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

MATÉRIAUX EMPLOYÉS DANS LES CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

En construction mécanique on n'emploie presque exclusivement que des métaux.

MÉTAUX FERREUX :

Les métaux ferreux sont ceux utilisés le plus fréquemment. Ce sont les fontes, fers et aciers. Tous ces métaux sont constitués par du fer pur, contenant toujours du carbone en quantités variables, et parfois d'autres éléments.

FONTES :

Les fontes ordinaires contiennent 2,5 à 6 % de carbone.

On distingue

- 1° **Les fontes grises.** — Leur cassure est à grain fin et régulier. Leur couleur est gris foncé. Elles sont facilement attaquables par l'outil et se prêtent parfaitement au moulage.
- 2° **Les fontes blanches.** — Leur cassure est d'aspect lamelleux, avec grain à facettes blanches. Très dures, elles sont cassantes et difficiles à travailler.
- 3° **Les fontes truitées.** — Elles possèdent des qualités intermédiaires entre celles des deux fontes précédentes.
- 4° **Les fontes malléables.** — En Europe, les fontes malléables, dites à cœur blanc sont des pièces de fonte décarburées superficiellement, si elles sont épaisses, ou totalement si elles sont de petites dimensions.

Les fontes malléables ont à peu près les mêmes qualités que les fers. Elles se laissent facilement travailler. Elles sont employées couramment pour les objets mécaniques à bon marché.

La densité moyenne des fontes est de 7,4. Les fontes blanches fondent vers 1100°, les fontes grises, vers 1250°.

Les Cahiers des Charges des Compagnies de Chemins de Fer distinguent :

Fonte F 1	R = 13 kg./mm ²
Fonte F 2	R = 18 kg./mm ²

FERS :

Les métallurgistes désignent sous le nom de fers, les métaux ferreux obtenus par soudage par compression, après affinage de la fonte.

Ils contiennent en général moins de 0,3 % de carbure.

Le fer est doux, ductile, tenace. Sa cassure est à texture fibreuse.

Il est élastique, peu fragile au choc, se forge et se soude bien à la forge.

Sa densité moyenne est de 7,7. Il fond à 1500°.

Les Cahiers des Charges des Compagnies de Chemins de Fer distinguent les deux fers ci-après :

Fer M R = 32 kg./mm² A > 15 %

Fer P R = 35 kg./mm² A > 24 %

ACIERS :

Les métallurgistes réservent le nom d'aciers aux métaux ferreux obtenus par fusion, quel que soit le degré de carburation.

Les aciers industriels renferment au plus 1,5 % de carbone.

Les aciers ordinaires se divisent en :

Aciers extra-doux contenant	de 0,05 à 0,15	% de carbone	
Aciers doux	—	0,15 à 0,3	% —
Aciers mi-doux	—	0,3 à 0,4	% —
Aciers demi-durs	—	0,4 à 0,6	% —
Aciers durs	—	0,6 à 0,7	% —
Aciers extra-durs	—	0,7 à 1,5	% —

Le métal contenant de 1,5 à 2,5 % de carbone est désigné sous le nom d'acier sauvage ou de fonte aciérée ou aciéreuse.

L'acier est un métal à texture granuleuse serrée, ductile, tenace, résistant au choc, quand il n'est pas trempé. Il se forge facilement. Il se soude d'autant plus facilement qu'il renferme davantage de carbone.

Ses qualités sont modifiées par la trempe.

La densité moyenne de l'acier est de 7,8. La fusion a lieu entre 1300 à 1400°.

Les Cahiers des Charges des Compagnies de Chemins de Fer classent les aciers de forge d'emploi courant en 5 catégories :

Acier A	R > 35 kg./mm ²	A > 30 %
— B.....	R > 40 kg./mm ²	A > 28 %
— D.....	R > 48 kg./mm ²	A > 23 %
— E.....	R > 55 kg./mm ²	A > 20 %
— G.....	R > 70 kg./mm ²	A > 15 %

L'acier peut être moulé dans certaines conditions.

L'acier moulé est beaucoup plus résistant que la fonte moulée.

En incorporant dans l'acier certains métaux comme le chrome, le nickel, le silicium, le molybdène, le tungstène, on obtient des aciers dits spéciaux.

Ces aciers jouissent de propriétés très particulières.

2° Leçon

CUIVRE :

Le cuivre est un métal rouge, d'odeur désagréable, très ductile, très malléable et susceptible d'un beau poli.

Il se travaille bien à chaud et à froid. Il est moins tenace que le fer.

Sa résistance diminue lorsque la température s'élève.

Sa densité est de 8,8. Il fond vers 1050°.

Le phosphore et le silicium le rendent plus résistant.

On l'utilise en chaudronnerie, mais ce sont surtout ses alliages qui sont employés :

1° Laitons : Alliages de cuivre et de zinc.

2° Bronzes : Alliages de cuivre et d'étain.

ETAIN :

L'étain est un métal blanc argentin, très malléable, très mou. Il a une odeur et une saveur très particulière.

Il jouit de la propriété remarquable d'augmenter la ténacité de quelques métaux, quand on l'incorpore à eux, malgré la faible ténacité qu'il a lui-même.

Sa densité est de 7,3. Il fond à 228°.

Ses principaux emplois sont la soudure et l'étamage.

ZINC :

Le zinc est un métal blanc bleuâtre à cassure cristalline et lamelleuse.

Il est un peu malléable à froid.

Sa densité est de 6,8. Il fond vers 420°.

On l'utilise surtout pour la couverture et pour fabriquer des objets d'ornement (zinc repoussé).

ALUMINIUM :

L'aluminium est un métal blanc légèrement bleuâtre, très ductile et très malléable. Il est inaltérable à l'air, à toutes les températures et bon conducteur de la chaleur. Il est extrêmement léger.

Sa densité est de 2,56. Il fond à 657°.

Il est surtout employé sous forme d'alliage. Il donne alors des produits facilement moulables.

Parmi ses alliages, on peut citer :

1° le duralumin, qui est un alliage d'aluminium avec 3 à 5 % de cuivre et 0,5 à 1,5 % de magnésium. Densité 2,8.

Résistance à la traction 20 à 25 kg. mm² au minimum.

2° l'alpax, alliage d'aluminium et de silicium (13 %).

La résistance de l'alpax est au moins de 19 kg. mm².

FER BLANC :

Le fer-blanc est de la tôle étamée. Quand on utilise de l'étain pur, on a le fer-blanc brillant. En employant l'étain allié au plomb, on a le fer-blanc terne. Quand le plomb domine, on a la tôle plombée.

FER OU ACIER GALVANISÉ :

C'est de l'acier protégé de l'altération par un revêtement de zinc, obtenu, soit par galvanisation, soit par immersion dans du zinc fondu.

Le fil de fer galvanisé est utilisé pour les clôtures, grillages et fils télégraphiques.

MÉTAL ANTIFRICTION :

L'antifriction est un alliage destiné à résister à l'usure par frottement. On l'obtient en associant de l'étain, du plomb, de l'antimoine, du cuivre, du zinc. Il faut une température peu élevée pour le fondre, ce qui permet de le couler facilement.

On l'utilise en construction mécanique, pour le garnissage des parties frottantes, coussinets.

Les Compagnies des Chemins de Fer classent les alliages qu'elles emploient en alliages à base de plomb et en alliages à base d'étain.

Alliages à base de plomb :	AP 1	Plomb.....	95 à 96
		Antimoine	3 à 4
	AP 2	Plomb	84 à 85
		Antimoine	9 à 10
		Etain	4 à 5
	AP 3	Plomb.....	79 à 80
Antimoine		19 à 20	
Alliages à base d'étain :	AE 1	Etain	82 à 83
		Antimoine	10,5 à 11
		Cuivre	5,5 à 6
	AE 2	Etain	79 à 80
		Antimoine	11 à 12
		Cuivre	7 à 7,7
		Phosphore	0,1 à 0,3

3° Leçon

CHAPITRE II

TRAITEMENTS THERMIQUES

Les caractéristiques mécaniques des métaux et notamment des aciers peuvent être modifiées par des traitements thermiques.

Ces traitements sont :

- 1° La trempe,
- 2° Le recuit,
- 3° Le revenu,

La trempe consiste en un chauffage à température convenable (généralement entre 800 et 1000°) suivi d'un brusque refroidissement.

La trempe augmente :

- La résistance à la traction,
- La limite élastique,
- La dureté,
- La fragilité.

Elle diminue :

L'allongement unitaire.

Le chauffage peut être effectué au feu de forge ou dans un four. Pour le refroidissement, on emploie le plus souvent l'immersion dans l'eau ou l'huile.

Le recuit consiste en un chauffage à température convenable, suivi d'un refroidissement lent.

Le recuit supprime les effets de la trempe.

Le revenu est une opération thermique comprenant un chauffage à température convenable (quelques centaines de degrés) et un refroidissement rapide.

Le revenu améliore les caractéristiques des pièces trempées, et diminue notamment leur fragilité.

CÉMENTATION :

La cémentation consiste en un chauffage d'un acier doux dans un ciment, suivi d'une trempe.

Il se produit une carburation superficielle, transformant la partie extérieure des pièces en acier dur.

Les pièces ainsi obtenues ont une surface dure, tandis que le cœur reste ductile, élastique et peu fragile.

4^e Leçon

CHAPITRE III

NOTIONS DE FORGEAGE

Le forgeage a pour but de changer de forme une pièce d'acier ou de fer portée au rouge blanc.

A cette température, le fer se travaille facilement.

On chauffe les pièces à travailler au feu rouge de forge.

Pour les échantillons de faible dimension, on emploie des petites forges, dites FORGES MARECHALES. (fig. 1).

La forge fixe, toujours appuyée contre un mur, se compose d'une table en maçonnerie creusée d'une cavité où l'on met le combustible, c'est la paillasse A.

La partie verticale qui limite le foyer et dans laquelle débouche la tuyère est le contre-feu C, la hotte H donne passage aux produits de la combustion.

Le soufflet qui donne le vent se manœuvre par l'intermédiaire d'une chaîne.

Dans les forges modernes, c'est un ventilateur actionné par un moteur qui fournit l'air nécessaire à toutes les forges du même atelier. Le tirage doit être assez puissant pour qu'au moment d'un rechargement, la fumée ne vienne pas se rabattre dans l'intérieur de l'atelier et incommoder le personnel.

On utilise, pour dégager les ateliers des grandes hottes qui les encombrant, le système de forge à tirage souterrain.

On entretient le feu avec du charbon gras, qui s'agglomère facilement. En chauffant graduellement, on forme une voûte sous laquelle on dispose les pièces à forger.

Le réchauffage des pièces de grandes dimensions s'effectue dans des fours spéciaux.

Pour des travaux occasionnels, on emploie des forges portatives (fig. 2).

Dans ces forges, l'air est fourni généralement par un soufflet ou un ventilateur actionné à la main. Parfois le ventilateur est mû par un moteur électrique.

OUTILLAGE DE FORGE :

Les outils de forge comprennent tout d'abord l'*enclume* (fig. 3).

C'est une table en fonte ou en fer, terminée à l'une de ses extrémités par un cône et à l'autre par une pyramide.

Elle repose sur un solide massif de bois appelé *chabote* ou *billot d'enclume*.

Le *tas*, masse en fonte dure, de forme carrée, est enfoncée dans le sol, la partie supérieure affleurant ce dernier sert à recevoir le choc des barres ou des pièces longues que l'on veut refouler.

La série des *mardeaux* comprend des marteaux à main pesant de 1 à 2 kg. et quelques marteaux à devant pesant de 3 à 8 kg.

La *tranche à froid* est en acier, son angle de coupe est d'environ 45°. L'arête de coupe doit être légèrement convexe pour éviter la rupture des extrémités.

La *tranche à chaud* (fig. 4) est d'un profil plus fin, son angle de coupe est d'environ 30° et l'arête de cet angle est droite.

La *tranche à ébarber* est d'un profil plus aigu encore, son angle de coupe est de 10 à 15°.

Les gouges sont des tranches à chaud dont le taillant est courbe.

Les *chasses à parer* (fig. 5) servent à placer les pièces en finition.

Les *chasses carrées* (fig. 6) sont tout simplement des morceaux d'acier carrés, à œil, la face étant légèrement bombée. Elles sont utilisées pour l'embasage à angle vif des surfaces planes.

Les *chasses à talon*, (fig. 7) dont la tête a une partie décalée sont employées pour planer les endroits inaccessibles avec les deux autres genres de chasses.

Les *dégorgeoirs* (fig. 8) servent à former des saignées à angle rond et à préparer les amorces de soudure.

Les *étampes* (fig. 9) servent à parer les sections demi-rondes. En les employant avec des contre-étampes (fig. 10) ou dessous d'étampes, on peut parer des sections rondes.

Les *poinçons* sont utilisés pour le perçage ou poinçonnage des trous.

Le *tranchet d'enclume* (fig. 11) sert à couper à chaud ou à froid les pièces de faible section en les posant dessus et en frappant avec un marteau sur la pièce.

La série des *tenailles de forge* (fig. 12 à 14) comprend des tenailles à mâchoires droites, des tenailles à mâchoires coudées et des tenailles dites "à bouterolle".

Les *servantes* servent à supporter les barres de fer dont on chauffe l'une des extrémités dans le feu de la forge.

Le travail de forge comprend 3 opérations :

l'étirage, le refoulement et le planage.

L'étirage s'effectue à l'aide d'outils rectangulaires qui laissent couler le métal latéralement.

Le refoulement et le planage se font avec des outils carrés ou circulaires qui produisent un écrasement égal à tous les points, l'effet produit varie selon la frappe.

APPRÉCIATION DES TEMPÉRATURES :

Le forgeron se rend compte de la température du fer ou de l'acier chauffé par la coloration qu'ils prennent.

On distingue les teintes sombres de revenu, visibles seulement dans l'ombre sur une surface découpée et les teintes lumineuses.

<u>Teintes sombres</u>		<u>Teintes lumineuses</u>	
Jaune	225°	Rouge sombre naissant	550°
Orange	245°	Rouge sombre	700°
Violacé	275°	Rouge cerise naissant	800°
Indigo	285°	Rouge cerise	900°
Bleu	315°	Jaune orange	1050°
Vert	335°	Jaune clair	1200°
		Blanc	1300°
		Blanc soudant	1400°

Lorsque l'acier est surchauffé, il perd ses qualités, il n'est plus homogène et il peut se former des anfractuosités.

On peut le régénérer en le chauffant vers 850 à 900° et en le laissant ensuite refroidir lentement.

Mais si l'acier a été chauffé au delà de son point de fusion il brûle et n'est plus utilisable.

5° Leçon

SOUDES A LA FORGE :

La soudure est une opération qui consiste à réunir intimement deux pièces métalliques pour n'en former qu'une seule.

A la forge, on soude du fer avec du fer, du fer avec de l'acier, de l'acier avec de l'acier.

Une bonne soudure de deux morceaux de fer présente presque autant de résistance qu'à un endroit non soudé.

La réunion fer-acier ou acier-acier est beaucoup moins résistante.

Pour faire une bonne soudure, le forgeron doit apporter beaucoup d'attention et de soins. Suivant l'importance des pièces à réunir, on les chauffe dans le même feu ou dans deux feux séparés.

Les deux pièces à réunir devront être très propres.

La soudure est effectuée au blanc suant, température comprise entre le ramollissement et la fusion des métaux.

DIFFÉRENTES SORTES DE SOUDURES :

On distingue :

1° - Les soudures en bout (fig. 15) ;

2° - Les soudures par encollage (fig. 16) ;

3° - Les soudures croisées ou à chaude portée (fig. 17), pièces coupées en biseau et refoulées à leur extrémité. Quand on intercale entre les pièces de petite masse, des morceaux de fer en forme de coin, on a la soudure en coin.

4° Les soudures en gueule de loup (fig. 18) surtout employées pour réunir deux pièces de qualités différentes. La pièce de moins bonne qualité est la moins chauffée.

5° - Les soudures par recouvrement à plat (fig. 19), les deux pièces sont placées l'une sur l'autre et soudées par leur surface de contact. Si on ajoute des lardons, on a la soudure par rechargement.

FONDANTS :

Le fer se soude en général sans aucun artifice, surtout lorsqu'on utilise du charbon de bonne qualité.

L'acier est plus fragile et ne peut être chauffé à la même température que le fer.

Pour empêcher l'oxydation pendant le chauffage, on emploie des fondants qu'on appelle décapants.

Pendant le chauffage on jette sur les amorces ou sur les parties à souder du sable siliceux.

Ce sable forme avec l'oxyde de fer un silicate fusible qui entraîne toutes les matières nuisibles qui pourraient se coller sur les parties à réunir.

On emploie aussi l'argile ou terre à four, que l'on délaye en pâte et que l'on place au dessus des amorces.

Ces décapants ne sont pas suffisamment actifs pour l'acier.

On emploie pour l'acier des décapants à base de borax, qui, jetés sur les amorces au moment de la soudure, abaissent le point de fusion.

Mais on emploie surtout les plaques à souder *Laffitte*.

La poudre est agglomérée sur un réseau de fils d'acier formant grillage. Ces fils d'acier maintiennent la poudre sur la soudure et facilitent cette soudure.

INFLUENCE DES CORPS ÉTRANGERS SUR LES SOUDURES :

Le soufre rend le fer cassant mais il n'a pas d'importance sur la température de soudage. Le phosphore n'agit pas sur le fer peu carburé, mais il diminue la soudabilité des fers carburés.

L'arsenic rend le soudage difficile, l'étain le rend impossible. Le cuivre n'agit pas sur le soudage lorsqu'il est disséminé en petites quantités dans le fer.

Le manganèse rend le soudage difficile. Le nickel n'a pas d'influence lorsqu'il est disséminé en petites quantités.

6^e Leçon

CHAPITRE IV

ÉTAUX ET ÉTABLIS

Pour façonner les petites pièces, il est indispensables de les fixer à des bâtis reliés au sol ou au mur.

A cet effet on utilise un organe appelé étau, dans lequel on engage la pièce à parachever.

Un étau se compose essentiellement de deux mâchoires en mors, pouvant s'écarter ou se rapprocher l'une de l'autre de manière à maintenir fixe la pièce à façonner.

Les faces pinçantes des mors sont légèrement inclinées, et quand elles sont rapprochées, ne se touchent que suivant l'arête supérieure.

Cette inclinaison varie naturellement avec l'ouverture maxima de l'étau et se règle de façon à ce que la pièce ne soit jamais pincée que suivant les arêtes des mâchoires.

Le mors proprement dit peut être d'une pièce avec la mâchoire ou rapporté sur celle-ci. Il est en acier ou aciéré et trempé.

Les mors se trempent à l'eau tiède en les chauffant préalablement entre le rouge sombre et le rouge cerise, de manière à obtenir une trempe demi-dure.

Si la trempe était trop dure, les mors s'ébrécheraient facilement; si la trempe était trop douce, ils seraient trop facilement endomagés par les outils.

Afin de mieux maintenir les pièces, les faces des mors sont striées.

Le plus généralement, l'une des mâchoires est fixée et l'autre est mobile, parfois elles se déplacent toutes les deux en même temps pour accélérer le serrage.

La mâchoire mobile peut se déplacer soit en pivotant autour d'un centre quelconque, soit en s'écartant parallèlement à sa position primitive.

Les étaux peuvent être fixés, c'est-à-dire occuper une position invariable, ou bien tournants, c'est-à-dire susceptibles de pivoter autour d'un centre de manière à présenter toutes leurs faces à l'ouvrier.

ÉTAUX ORDINAIRES OU A PIED :

L'étau à pied (fig. 20) se compose de deux jambes, dont l'une fixe est reliée à l'établi et dont l'autre peut pivoter autour d'un centre, généralement d'une pièce avec la jambe fixe et dans un plan perpendiculaire aux mors. Un ressort, ordinairement à lames, est interposé entre les deux branches de l'étau et a pour but d'écarter naturellement la jambe mobile.

Cette jambe fixe porte un trou à travers lequel passe un canon fileté intérieurement, dans celui-ci s'engage la vis qui traverse la jambe pivotante et lui communique son mouvement.

Ce canon doit être ajusté avec un certain jeu pour pouvoir suivre dans certaines limites le mouvement de la vis. Dans ce même but, le trou qu'elle traverse dans la jambe mobile doit être allongé. De cette manière la réaction que provoque le serrage sur la vis est toujours dirigée sensiblement suivant l'axe de cette dernière.

La tête de la vis, ordinairement cylindrique ou sphérique, est percée d'un trou dans lequel glisse un levier ou manches à boule. La tête de la vis s'appuie sur la jambe mobile par l'intermédiaire d'une rondelle ordinaire assez épaisse ou d'une boîte à bielles. Quand l'étau est muni d'une rondelle ordinaire, il y a lieu de graisser la vis et le collet d'appui de cette dernière avec de la graisse consistante.

La jambe fixe de l'étau est reliée à l'établi par une plaque ou par une clame, elle se termine par une queue qui s'appuie sur un bloc en bois ou en fonte noyé dans le sol.

Ces étaux se font en acier doux. Les mors sont d'une pièce avec les jambes, ils sont acérés et trempés. Leur poids varie normalement de 30 à 100 kg.

Quand l'écartement des mâchoires est un peu grand, à moins de déformer trop considérablement la jambe mobile, il arrive souvent que la vis vient frotter contre les parois intérieures du trou et se détériore rapidement.

De plus le serrage ne se fait plus suivant l'axe de la vis, d'où faussage ou rupture de cet organe.

Ces inconvénients sont complètement évités en terminant le canon par deux douilles cylindriques pouvant pivoter dans des alvéoles de la jambe fixe et en adoptant un dispositif analogue sous la rondelle ou la boîte à bielles sur laquelle vient s'appuyer la vis de serrage.

La vis et le canon peuvent ainsi parfaitement se prêter au mouvement de la jambe mobile, contre laquelle le serrage se fait toujours bien perpendiculairement.

Dans cet étau, le mors de la jambe mobile est arrondi de manière à obtenir toujours un serrage efficace.

ÉTAUX A SERRAGE PARALLÈLE :

Les étaux ordinaires n'assurent pas une stabilité suffisante aux pièces un peu larges.

Les étaux à serrage parallèle (fig.21) ne présentent pas cet inconvénient.

Leur construction est très variée. Ils se font le plus souvent en fonte ou en acier coulé, d'où la nécessité de rapporter les mors qui sont maintenus en place par vis et assemblage en queue d'aronde.

Dans certains cas, c'est la mâchoire antérieure qui se déplace, comme dans les étaux ordinaires.

Dans d'autres cas, la mâchoire antérieure reste fixe etc'est celle d'arrière qui est mobile, ce système présente sur le précédent l'avantage d'être moins encombrant.

Enfin, dans d'autres étaux, les deux mâchoires sont mobiles, leur mouvement est commandé par une vis à pas contraire.

Pour serrer des pièces dont les deux faces à pincer ne sont pas parallèles entre elles, on a créé des étaux dont l'un des mors est pivotant.

7^e Leçon

ÉTAUX A SERRAGE RAPIDE :

Ce sont des étaux dans lesquels la mise en contact des mors et de la pièce est obtenue en manœuvrant le mors mobile à la main.

Dans ces étaux, seul le serrage est obtenu par la manœuvre de la vis.

MORDACHES :

Lorsqu'il s'agit de pincer des pièces à surfaces polies, les mâchoires taillées laisseraient des traces de serrage qu'il faudrait enlever par la suite.

Le même inconvénient se reproduirait lors du pinçage des pièces en métal tendre.

On garnit alors intérieurement les mors de l'étau avec une feuille de plomb, de cuivre ou bien avec des pièces de bois ou de liège.

Les mâchoires en cuivre se tirent d'une feuille de cuivre rouge de 1 à 3^m/_m. Après avoir découpé des morceaux de grandeur convenable, on les pince entre les mors de l'étau, puis on les rabat sur les mâchoires, de manière à les y appliquer complètement.

Pour adoucir le cuivre, afin qu'il ne laisse pas de trace, on chauffe la tôle au rouge sombre, puis on la refroidit brusquement en la plongeant dans l'eau.

Les mâchoires en plomb sont coulées dans des moules. Lorsqu'elles servent à maintenir des axes, elles portent des rainures dans lesquelles on engage les parties cylindriques afin d'augmenter leur fixité.

Pour les pièces d'armes ou de mécanique de précision, on emploie des mors en bois.

Ces mors sont en général assemblés à leur partie inférieure pour former un ensemble qui se marie plus facilement. Les deux mors sont maintenus écartés l'un de l'autre par un ressort.

ÉTAUX A MAIN :

Pour l'exécution de certains travaux sur des pièces de petite dimension, qui ne peuvent se pincer dans les gros étaux et qui peuvent être maintenues convenablement à la main, on a souvent recours à de petits étaux, dits étaux à main (fig. 22).

Ces accessoires se font ordinairement en acier doux estampé, les mors sont cimentés et trempés.

ÉTAUX A CHANFREINS :

L'exécution des chanfreins sur les petites pièces pincées directement dans les étaux ordinaires, peut parfois présenter des difficultés.

Dans le but de faciliter cette opération, on se sert d'étaux à chanfreins (fig. 23).

La disposition générale de l'instrument est sensiblement la même que celle des étaux à main, sauf que ses mâchoires sont inclinées. L'inclinaison de celles-ci est généralement de 30 à 45°. L'étau à chanfreins se place dans l'étau ordinaire et les talons des deux jambes de l'appareil viennent appuyer sur les mors de l'étau, ils facilitent la mise en place de l'appareil et son réglage en hauteur.

ÉTABLIS :

Les établis se font le plus souvent en bois. Le dessus est recouvert d'une feuille de bois assez épaisse, refendages ou madriers, qui forment une table sur laquelle l'ouvrier peut déposer les outils dont il se sert.

Lorsque, dans le but d'augmenter la propreté et d'éviter les inconvénients qui résultent de la formation de crevasses dans les tables, on veut recouvrir ces dernières d'un revêtement métallique, il ne faut alors employer que le zinc.

Si on adoptait la tôle de fer, l'ouvrier pourrait ébrécher ou émousser ses outils en les déposant ou en les laissant tomber sur cette couverture.

Dans les ateliers de constructions courantes, la hauteur de la table de l'établi au-dessus du sol sur lequel se tient l'ouvrier est généralement comprise entre 75 et 80 cm. Cette hauteur peut être augmentée considérablement quand on ne travaille que des pièces de petites dimensions.

La hauteur des mâchoires de l'étau au-dessus du sol devra être telle que l'ouvrier puisse donner la pression nécessaire pour faire mordre la lime et que l'ajusteur n'ait pas besoin de se baisser pour examiner la pièce.

La partie supérieure des mors doit être un peu plus basse que le coude de l'ouvrier quand celui-ci tient le bras replié.

8^e Leçon

CHAPITRE V

OUTILLAGE DE L'AJUSTEUR

BURINS :

Les burins (fig. 24) sont des outils de choc en acier fondu et trempé, possédant une arête tranchante et servant au dégrossissement des pièces métalliques brutes.

Les burins à main sont forgés dans des barres d'acier de section rectangulaire mixte.

Dans un burin, on distingue :

1^o La *tête*, de faible section, pour mieux localiser le coup ;

2^o Le *corps* ;

3^o Le *taillant*, terminé par l'arête tranchante.

On obtient l'arête tranchante sur la meule en grès.

L'angle des faces du taillant varie avec la nature de la matière à travailler.

Plus l'angle est aigu, plus le burin coupe, mais il faut tenir compte également de sa résistance. Un taillant trop aigu se casserait sur une matière dure.

On peut adopter :

70°	pour le travail du fer et de l'acier
50°	— du bronze et du cuivre
30 à 35°	— des métaux moux.

Les deux surfaces dont l'intersection forme l'arête tranchante doivent être planes, autrement l'outil manquerait de stabilité.

L'arête du taillant doit être rectiligne ou convexe. Elle doit de plus être perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'outil.

BURINS SPÉCIAUX :

Lorsqu'il s'agit d'enlever de fortes passes sur les pièces, on commence par pratiquer des saignées avec un bédane en bec d'âne (fig. 25).

Le taillant est perpendiculaire au grand côté du rectangle de la section de l'outil et sa largeur est un peu supérieure à l'extrémité du manche.

La gouge pleine, dégorgeoir ou grain d'orge (fig. 26) est un burin de faible largeur, analogue au bédane mais arrondi, qui sert pour pratiquer les rainures à fond creux.

La gouge creuse (fig. 27) sert au burinage des surfaces concaves.

FABRICATION DES BURINS :

L'ébauchage s'effectue à la forge, à la température la plus réduite possible (rouge cerise).

Le chauffage doit être conduit assez lentement pour éviter de dénaturer le métal.

Pour les burins ordinaires et les bédanes, le forgeage, la trempe et le revenu se succèdent directement. Pour les outils de forme, le forgeage est suivi du façonnage à la lime.

Pour la trempe et le revenu, on opère comme suit :

1^o Chauffer le taillant au rouge cerise sur une longueur de 25 à 30 $\frac{m}{m}$;

2^o Plonger verticalement le burin dans l'eau froide sur une longueur de 15 $\frac{m}{m}$;

3° Lorsqu'on juge le burin suffisamment refroidi, le retirer de l'eau (la partie chauffée et non trempée est alors rouge sombre, l'eau reste quelque temps sur la partie trempée et ne s'évapore pas immédiatement) ;

4° Décaper le taillant en le frottant avec un morceau de brique ou de pierre ponce ;

5° Dès que la teinte du revenu désirée est apparue, replonger l'outil dans l'eau et l'agiter jusqu'à complet refroidissement.

On laisse en général revenir, au bleu les outils pour le travail de l'acier, au jaune orange pour ceux réservés à celui du bronze.

MARTEAUX :

L'avancement du burin dans le métal a lieu sous l'influence de chocs assénés à l'aide de l'outil appelé marteau rivoir d'ajusteur.

Dans un marteau, on distingue (fig. 28) :

La *face* ou *tête*

La *panne*

L'*œil*.

Les marteaux se font en acier, la face et la panne sont toujours trempées.

La face est en général de section carrée, quelquefois octogonale ou circulaire. Elle doit être légèrement bombée afin de localiser le coup. Les arêtes doivent être émoussées ou abattues, afin de ne pas laisser de traces sur les pièces qu'on plane ou qu'on étend.

La face du marteau doit toujours être bien entretenue. Les bavures sont enlevées à la meule, à moins qu'on ne préfère le reforger.

Dans ces conditions, il y a lieu de le tremper à nouveau une fois la réparation terminée.

La panne en forme de coin à taillant arrondi, est employée quand il est nécessaire de localiser le coup, notamment pour mater ou river.

L'œil du marteau est le trou dans lequel s'engage l'extrémité du manche. Il doit être profilé de façon que le marteau ne puisse se déplacer sur le manche, ni s'y enfoncer, ni s'en échapper.

Les manches de marteaux peuvent être en métal, mais ils sont généralement en bois (cornouiller, frêne, charme ou hickory).

La longueur du manche varie avec le poids du marteau et l'ouvrage auquel il est destiné.

Pour les gros travaux, elle est de 380 $\frac{m}{m}$.

Pour les ouvrages plus légers, elle varie de 250 à 300 $\frac{m}{m}$.

Les poids du marteau d'ajusteur varie de 250 gr. pour les ouvrages légers à 900 gr. pour les gros ouvrages.

EMMANCHEMENT DU MARTEAU :

Le marteau doit être solidement fixé au manche. Pour ce, on commence par profiler le manche de façon à lui permettre de s'engager dans la partie inférieure de l'œil. On donne ensuite un trait de scie à la partie supérieure du manche. On introduit l'extrémité du dit manche dans l'œil. Quand le marteau est bien enfoncé, on coupe, s'il y a lieu, la partie saillante du manche et on enfonce un coin de fer dans la fente.

Ce coin distendra les fibres du bois et assurera la fixité de l'assemblage.

Pour empêcher le coin de sortir de la rainure, sa partie amincie est légèrement tordue.

Pour l'emmanchement, il faut avoir soin de faire coïncider l'axe de l'ovale du manche avec l'axe longitudinal du marteau, autrement le marteau ne serait pas bien en main.

De même, il faut que l'axe du manche soit bien perpendiculaire à l'axe du marteau.

9^e Leçon

LIMES :

La lime est employée au parachèvement des surfaces préalablement burinées. Elle est utilisée aussi parfois au dégrossissage de certaines pièces.

Les limes sont en acier fondu et trempé. Leurs faces sont entaillées et les stries ainsi formées agissent comme autant de petits burins et enlèvent des copeaux de dimension très réduite sur les pièces.

Suivant l'usage auquel elles sont destinées, les entailles sont plus ou moins espacées et leur direction est plus ou moins inclinée par rapport à l'axe de l'outil.

Le taillage des limes peut être fait à la main ou mécaniquement.

CLASSIFICATION DES LIMES :

Les limes et râpes peuvent se classer :

- 1° Par leur longueur mesurée depuis l'extrémité jusqu'à la naissance de la queue ;
- 2° Par leur taille tant au point de vue de son genre que de sa finesse ;
- 3° Par leur forme, coupe ou profil.

On désigne aussi quelquefois les limes par le genre de travail auquel elles sont destinées (limes à scies, à garnir, à fendre).

DIMENSIONS DES LIMES :

En général, il n'y a pas de relations fixes entre la longueur, la largeur et l'épaisseur.

La queue ou soie, qui est destinée à recevoir le manche, se proportionne suivant les dimensions de la lime et le genre de travail auquel elle est destinée.

Le talon est la partie qui raccorde la lime à la queue.

TAILLE DES LIMES :

Au point de vue de la nature ou de la forme de la taille, on distingue :

- 1° La taille simple (une seule série de dents parallèles non interrompues) ;
- 2° La taille double (deux séries de rainures se recroisant) ;
- 3° La taille en râpe (dents complètement séparées les unes des autres).

Au point de vue de la finesse de la taille, espacements et saillies des dents, la taille peut être :

- 1° *Simple* : en paille, grosse, bâtarde, demi-douce, douce ;
- 2° *Double* : grosse, bâtarde, demi-douce, douce, extra-douce ;
- 3° *En râpe* : grosse, bâtarde, demi-douce, douce.

Une même taille est d'autant plus fine et plus serrée que la longueur de l'outil est plus réduite.

L'écartement des creux ou des saillies est ordinairement :

- De 2 à 2,5 $\frac{m}{m}$, pour la taille grosse ou d'Allemagne ;
1 à 1,25 $\frac{m}{m}$, pour la taille bâtarde ;
0,5 à 0,75 $\frac{m}{m}$, pour la taille demi-douce ;
0,25 à 0,33 $\frac{m}{m}$, pour la taille douce ;
0,10 à 0,125 $\frac{m}{m}$, pour les tailles très douces et extra-douces.

FORMES DES LIMES :

On distingue :

- 1° Les limes plates : plates à bout carré et à champ lisse, plates pointues, plates à champ rond ;
- 2° Les limes carrées, dites carreaux ou carrelets ;
- 3° Les limes triangulaires ou tiers-points ;
- 4° Les limes demi-rondes ;
- 5° Les limes rondes ou queues de rats.

MANCHES DE LIMES :

Les manches sont généralement en bois (hêtre, orme ou frêne).

L'une des extrémités est terminée par une demi-sphère, l'autre qui reçoit la soie, porte une virole pour éviter l'éclatement du bois.

Il est en général nécessaire d'agrandir le trou avec une pointe chauffée au rouge.

Pour que l'emmanchement soit bon, il est nécessaire que la lime ne balance pas par rapport au manche et que son axe coïncide avec celui du manche.

Pour limer de grandes surfaces, on emploie des manches courbes, dits arbalètes (fig. 29).

SOINS A DONNER AUX LIMES :

Lorsque les limes s'encrassent, on peut les nettoyer avec une cardé, les particules de métal qui pourraient demeurer après le passage de la cardé doivent être enlevées avec une épinglette en cuivre.

Il faut éviter de placer sur une lime un autre outil et notamment une autre lime.

Il ne faut jamais limer sur une pièce brute de fonderie ou de forge, avant d'avoir procédé à un écrouissage à la meule ou au jet de sable.

10^e Leçon

TRAVAIL A LA LIME :

La lime grosse taille sert à dégrossir ; la lime bâtarde à enlever les sillons laissés par la précédente. Les limes demi-douces et douces servent à mettre à la cote définitive.

La lime doit être utilisée sur la plus grande longueur possible.

La cadence doit être d'environ 70 coups à la minute. Elle peut être plus grande pour les travaux de dégrossissage. Pour les travaux de précision, il y a intérêt à travailler plus lentement.

On peut limer, soit à traits croisés (déplacement latéral de la lime, égal à sa largeur, pendant le mouvement longitudinal) soit en tirant de long.

SCIES A MÉTAUX A MAIN :

Les scies ont pour but de pratiquer dans le métal des saignées de faible largeur et de profondeurs variables. Dans certains cas, elles peuvent remplacer le burin et le bédane.

Une scie à main (fig. 30 et 31) se compose de la scie proprement dite et de la monture.

La scie est une lame d'acier trempé pourvue d'une denture à dents de loup assez fine. Parfois même, cette denture résulte d'un taillage analogue à celui des limes.

La denture présente de la voie, c'est-à-dire que les dents sont inclinées alternativement à droite et à gauche du plan de la lame.

Il en résulte que le trait de scie est plus large que l'épaisseur du corps de la lame. Cela évite l'échauffement qui pourrait provenir du frottement de l'outil contre les parois de la fente pratiquée et permet de rectifier dans une certaine mesure la direction de l'outil. De plus, cela évite le coincement de la lame pendant le travail.

Une scie se caractérise par sa longueur et la grosseur de sa denture, c'est-à-dire le nombre de dents au centimètre ou au pouce.

La denture doit être d'autant plus fine que le métal à scier est plus dur.

On adopte généralement les dentures ci-après :

Pour sciage des fers et aciers	9 dents au centimètre
— des fontes, cuivres, bronzes, laitons ...	7 — —
— des fils, tubes mince, fines tôless	12 — —

La longueur de la scie se mesure d'œil en œil. Elle varie de 150 à 500 $\frac{m}{m}$.

La monture ou porte-scie comprend un U en acier de section rectangulaire terminé à ses deux extrémités par des douilles où s'engagent les tendeurs de la scie.

Le tendeur opposé à la poignée du porte-scie est fileté à son extrémité et reçoit un écrou à oreilles qui assure la tension de la scie, quand on le serre convenablement.

Pour empêcher toute torsion de la lame, le tendeur de la poignée est carré ainsi que le trou de douille dans le voisinage de la lame. Des goupilles fixent la scie aux tendeurs.

Une poignée en bois ou en métal sert à manier l'outil.

Certains porte-scies sont extensibles et permettent d'utiliser des scies de longueurs différentes.

La scie doit être bien tendue pendant le travail.

Les dents de la scie doivent toujours être dirigées vers l'avant.

Il ne faut pas trop appuyer sur la scie à l'aller et ne pas appuyer du tout pendant le retour.

La pression à l'aller doit être d'autant plus grande que la scie est plus usée.

Les courses doivent être uniformes et leur nombre ne pas excéder 40 par minute, elles doivent être de toute la longueur de la scie.

Il faut mouiller la scie de temps en temps pour le sciage du fer et de l'acier.



11^e Leçon

CHAPITRE VI

INSTRUMENTS DE TRAÇAGE

POINTES A TRAÇER (fig. 32) :

Elles servent à reporter les traits sur les pièces.

Elles sont en acier fondu. Elles doivent être trempées et aiguisées ensuite à la meule, aussi fines que possible en vue de la précision du trait.

Celles dont le corps est polygonal ou cylindrique moleté tiennent mieux en main.

COMPAS A POINTES SÈCHES :

Les branches des compas à pointes sèches (fig. 33) sont trempées et aiguisées finement à la meule.

Ces compas doivent être assez robustes pour ne pas fléchir pendant le traçage.

Si le compas est à charnières, celles-ci doivent être bien ajustées. Le diamètre du pivot de la charnière ne doit pas être trop faible.

Il existe des compas à secteur.

Les pointes peuvent être fixées ou rapportées.

Pour le traçage des cercles de grand diamètre, on utilise le compas à verge.

TRUSQUINS :

Ils sont utilisés pour tracer sur des surfaces quelconques des traits parallèles à la surface de comparaison (en général, le marbre).

Cet instrument est d'un emploi fréquent et est d'une grande exactitude lorsqu'il est bien construit et bien manié.

Un trusquin (fig. 34) se compose essentiellement :

- 1^o D'une pointe traçante ;
- 2^o D'un support mobile de pointe ;
- 3^o D'une tige sur laquelle coulisse ce dernier ;
- 4^o D'un pied sur lequel se fixe la tige.

Les supports de pointes se fixent à la tige, soit au moyen d'une vis de pression, avec ou sans cale interposée, soit au moyen de douilles fendues avec vis de blocage.

Le pied repose sur la table, et en le déplaçant sur celle-ci la pointe peut tracer une série de plans parallèles entre eux et à la surface d'assise de l'instrument.

Le pied se fait en fonte ou en acier, il peut affecter la forme circulaire ou rectangulaire.

CALES :

Les pièces à tracer sont posées sur le marbre et maintenues à demeure, le plus souvent par des cales inclinées, généralement en bois dur.

On chasse ces cales avec de légers coups de marteau entre la table et la pièce de manière à amener cette dernière dans la position voulue.

VÉRINS :

Les cales doivent avoir des épaisseurs différentes et par conséquent être assez nombreuses. On évite cette sujétion, en utilisant des vérins de calage (fig. 35).

Les vis de ces vérins sont terminées par des plateaux mobiles sur la rotule et l'instrument peut ainsi parfaitement se prêter à soutenir des pièces par leur face inclinée.

12° Leçon

CALES EN V :

Pour les pièces cylindriques ordinaires, telles que les arbres, tiges de piston, etc..., les cales inclinées ordinaires se remplacent par des Vés (fig. 36).

Ce sont des blocs en fonte ou en bois portant sur une ou plusieurs de leurs faces une rainure en forme de V dont les deux branches font entre elles un angle de 90°. La pièce cylindrique à tracer est posée entre les branches du V et sa stabilité pendant l'opération est ainsi assurée.

Pour amener l'autre à hauteur convenable, on interpose éventuellement entre le marbre et la face d'assise du V des cales en tôle et même en papier.

ENDUIT BLANC :

Sur des surfaces dressées, le trait de pointe serait peu apparent et pourrait même parfois se confondre avec les traces laissées par l'outil de la machine. Sur des surfaces brutes, par conséquent rugueuses, le trait pourrait paraître irrégulier et être la source d'erreurs.

Pour éviter ces inconvénients, les surfaces à tracer reçoivent généralement un enduit blanc qui recouvre le brillant des parties dressées et les aspérités des parties brutes.

Cet enduit est étendu sur les pièces au moyen d'un pinceau et on ne procède au traçage que lorsqu'il est complètement séché.

Le meilleur enduit consiste en un mélange de blanc de zinc et d'essence de thérébenthine auquel on ajoute un peu de vernis de nuance claire.

Cette peinture sèche beaucoup plus vite et est plus résistante que les laits de chaux ou de craie qui sont généralement employés.

GABARITS DE TRAÇAGE :

Lorsqu'on doit tracer un grand nombre de pièces de même forme et de mêmes dimensions, on utilise un gabarit de traçage.

C'est une simple plaque en tôle d'acier parfaitement exécutée aux cotes de la pièce.

Ces gabarits peuvent suivant le cas être maintenus à la main, ou fixés à l'aide de serre-joints.

On marque ensuite les contours ou les emplacements des trous à l'aide d'une pointe à tracer.

GABARITS DE PERÇAGE :

On peut supprimer le traçage de certains trous en utilisant des gabarits de perçage.

Ce sont des plaques en tôle d'acier de 10 à 20 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur que l'on fixe à la pièce à usiner à l'aide d'un serre-joints, ou par tout autre procédé.

Ils portent des canons en acier trempé, dont l'axe coïncide avec ceux des trous à percer et dont le diamètre intérieur est celui des forêts à utiliser.

13^e Leçon

CHAPITRE VII

INSTRUMENTS DE MESURE ET DE VÉRIFICATION

MARBRES :

La planité des surfaces est vérifiée le plus souvent sur une surface métallique de dimensions variables, appelée marbre.

Les marbres sont ordinairement en fonte.

Pour éviter qu'ils ne fléchissent, on nervure fortement leur dos.

Les marbres de petites dimensions sont massifs.

Pour le dressage des pièces qui ne sont pas transportables, on utilise des règles de dressage, marbres légers de petite largeur, en égard de leur longueur.

RÈGLES :

Les règles employées comme surfaces types, c'est-à-dire pour s'assurer du fini du travail, doivent avoir une section telle qu'elles ne puissent fléchir sous leur propre poids ou sous une pression trop faible.

Elles sont de section rectangulaire assez forte.

Leurs faces doivent être bien planes et perpendiculaires entre elles et leurs arêtes doivent être bien vives.

Elles s'exécutent en acier et sont généralement trempées, puis rectifiées après la trempe.

Lorsqu'elles ne servent qu'au traçage des lignes et sont appuyées sur toute leur longueur, on peut se contenter de règles flexibles.

ÉQUERRES :

On distingue les équerres ordinaires (fig. 37) et les équerres à chapeau (fig. 38).

Les équerres ordinaires s'appuient généralement contre la règle ou contre une surface dressée de la pièce.

Les équerres à chapeau prennent leur assise sur la face extérieure ou sur la face intérieure du chapeau, qui est généralement rapportée par vis ou par rivets.

Les équerres sont ordinairement en acier, elles sont trempées et rectifiées après la trempe.

Les deux branches doivent être parfaitement d'équerre.

La vérification de leur perpendicularité se fait, soit par traçage, soit à l'aide d'équerres étalons.

Il existe également des équerres à centrer (fig. 39). Elles sont composées d'une équerre à bords saillants sur laquelle est fixée une règle dont un des côtés est dirigé suivant la diagonale de l'équerre.

Elles sont utilisées pour le traçage des centres ou pour tracer l'onglet.

MÈTRES ET RÈGLES GRADUÉS :

Pour la mesure et le report des longueurs, on utilise des mètres et des règles gradués.

Les menuisiers se servent de mètres ou de doubles-mètres pliants en bois, divisés en millimètres.

Les ouvriers en fer utilisent le mètre pliant en cuivre ou en acier.

Ces instruments sont peu précis.

Pour obtenir un bon traçage, on utilise des règles graduées. Soit la règle flexible en acier, graduée en millimètres ou en demi-millimètres, soit la règle massive en acier, dont un des bords taillé en biseau a reçu la graduation en demi-millimètres.

COMPAS D'INTÉRIEUR OU MAITRE DE DANSE :

Cet instrument (fig. 40) est employé pour vérifier l'écartement entre deux surfaces intérieures comme les faces d'une rainure d'une cale, l'alésage des trous, etc...

COMPAS D'EXTÉRIEUR OU DE DIAMÈTRE :

Ces compas (fig. 41) sont destinés à vérifier l'écartement de deux surfaces extérieures d'une pièce. Les branches en sont recourbées extérieurement de manière à laisser assez d'espace entre elles pour permettre le passage de la pièce ou du calibre.

PIEDS A COULISSE :

Ces appareils servent à la mesure des épaisseurs et diamètres extérieurs. Certains sont disposés pour servir à relever également des alésages des écartements intérieurs.

Un pied à coulisse (fig. 42) se compose d'une règle graduée à laquelle est fixée perpendiculairement une branche dont la position reste invariable par rapport à cette règle.

Sur la règle peut se déplacer longitudinalement et parallèlement à la première, une seconde branche. La branche mobile est montée sur un coulisseau portant un point de repère qui indique sur la graduation de la règle l'écartement des lèvres, c'est-à-dire la distance entre les deux faces des branches en regard.

Le coulisseau est souvent muni d'un vernier, pouvant donner la fraction de millimètre, un dixième au moins.

LECTURE DU VERNIER :

La réglette du vernier comprend 10, 20, 50 divisions, suivant qu'il s'agit d'un vernier au 1/10, au 1/20 ou au 1/50 de millimètre.

Supposons que le vernier donne le dixième de millimètre, il comprend 10 divisions ; la longueur totale de ces divisions est de $(10 - 1)$ fois un millimètre, soit 9/10 de millimètre.

Supposons qu'il y ait une différence de 4/10 de mm. entre le trait origine du vernier et un trait de la règle que nous appellerons trait origine de la règle (fig. 43).

Si les divisions du vernier étaient les mêmes que celles de la règle, on aurait le premier trait du vernier à une distance de 4/10 de mm. du trait correspondant de la règle.

Comme les divisions n'en sont que les 9/10 ; il n'en sera qu'à 3/10.

De même :

Le 2^e trait du vernier sera à une distance de 2/10 de mm. du 2^e trait de la règle.

Le 3^e — — — — — 1/10 de mm. du 3^e trait de la règle.

Le 4^e — — — — — coïncidera avec le 4^e trait de la règle.

Donc pour une différence de 4/10 de mm. entre un trait de la règle et le trait origine du vernier, on voit que le 4^e trait du vernier coïncide avec un trait de la règle.

Nous verrions de même que pour une différence quelconque de dixièmes de millimètre, nous aurions ce nombre de dixièmes en comptant quel est le numéro d'ordre de la division du vernier qui coïncide avec un trait de la règle.

Pour un vernier au 1/20, au 1/50, on aura également le nombre de vingtièmes, de cinquantièmes de millimètre en cherchant quel est le numéro d'ordre du trait du vernier qui coïncide avec un trait de la règle.

Pour de tels verniers, les longueurs des graduations sont respectivement de

$$\left(1 - \frac{1}{20}\right) \frac{m}{m} \text{ et } \left(1 - \frac{1}{50}\right) \frac{m}{m}.$$

14^e Leçon

PALMERS :

Pour des mesures réduites et qui demandent à être relevées avec une grande précision, on emploie le palmer.

Il se compose d'un bâti en fer à cheval, en acier pour les petites dimensions, en aluminium pour les grandes, portant une douille taraudée, ou pourvue d'un écrou, dans laquelle s'engage une vis en connexion avec une buselure de manœuvre, ou tambour creux, qui recouvre la douille-écrou sur une partie de sa longueur.

La partie supérieure de la buselure, calée sur la vis, est biseautée et sa circonférence est divisée en un certain nombre de parties égales (10, 20, 40, 50, 100) marquées par des génératrices.

Sur la douille filetée est tracée une génératrice graduée en millimètres avec laquelle peuvent coïncider les différents traits de division du tambour ; il est facile de voir ainsi le nombre de tours, ou la fraction de tour, dont la vis aura tourné, et par suite la quantité dont les pointes se sont déplacées, l'une par rapport à l'autre.

L'autre branche de fer à cheval a également sa douille taraudée. Elle reçoit une vis fixe, dont la pointe dépassant vers l'intérieur est lisse et sert de talon.

L'axe de cette vis doit être rigoureusement dans le prolongement de l'axe de la vis mobile.

Pour avoir les dimensions de la pièce d'une manière exacte, celle-ci doit être convenablement pincée entre le talon fixe et l'extrémité de la vis mobile, et le contact doit être établi de manière à ce qu'il soit à peine perceptible.

Un serrage exagéré produirait une flexion du fer à cheval et vicierait la mesure, aussi doit-on toujours faire le bâti assez robuste.

Cet inconvénient n'est cependant pas à craindre avec certains instruments pourvus d'un dispositif de serrage avec friction dans la buselure.

On évite ainsi tout serrage exagéré. Celui-ci est maintenu constant dans tous les cas et deux mesures, relevées avec ces instruments, peuvent être comparées avec la certitude de toute absence d'erreur résultant de la déformation du bâti.

CALIBRES :

Les calibres sont employés comme types d'une dimension déterminée. Ils servent à constater si, oui ou non, une pièce donnée est à la dimension du calibre, mais ils ne peuvent donner la valeur de la différence existant entre les mesures à comparer.

Un calibre permet de constater qu'il s'engage sur la pièce avec douceur ou avec du jeu, ou bien qu'il refuse de s'y appliquer.

Mais il n'indiquera pas de combien la dimension existante est supérieure ou inférieure à la dimension donnée.

CALIBRES ET TAMPONS A TOLÉRANCE :

Ces appareils, employés surtout par les tourneurs pendant l'exécution d'assemblages cylindriques, permettent à l'ouvrier de suivre avec sûreté la marche de son travail et de vérifier à chaque instant s'il reste bien en deçà des limites de l'approximation prévue pour l'assemblage.

Les calibres et tampons à tolérance sont en effet indérégables et robustes, ce qui n'est pas le cas des pieds à coulisse et des micromètres, qui se dérèglent facilement.

Le calibre dit *calibre mâchoire* (fig. 44) est exécuté de manière que la mâchoire inférieure ait comme écartement la cote moyenne du calibre plus un ou deux centièmes de mm., et que la mâchoire supérieure ait comme écartement la cote moyenne du calibre, moins un ou deux centièmes de millimètre.

Par exemple, si le calibre considéré est de 50 $\frac{m}{m}$, les deux ouvertures auront respectivement 49,99 $\frac{m}{m}$ et 50,01 $\frac{m}{m}$ pour une tolérance admise de un centième de millimètre en plus ou en moins.

Si la tolérance était donnée de 2 centièmes de millimètre au-dessous seulement du diamètre exact, l'écartement des mâchoires serait de $49,98 \frac{m}{m}$ d'un côté et de $50 \frac{m}{m}$ de l'autre.

Sur les dessins, lorsque des tolérances précises sont exigées, elles sont indiquées après les cotes, par exemple $50 \pm 0,01$ indique que la cote doit être respectée à $0,01 \frac{m}{m}$ en plus ou en moins. $50 - 0,02$ indique que l'on ne tolère rien au-dessus de $50 \frac{m}{m}$ et que par contre on admet une différence maximum de $0,02 \frac{m}{m}$ en moins.

15^e Leçon

MODE D'EMPLOI :

1^o Présenter la grande ouverture du calibre sur le cylindre à vérifier, le cylindre *doit* passer dans la mâchoire.

2^o Présenter la petite ouverture du calibre sur le cylindre à vérifier, le cylindre *ne doit pas* passer dans la mâchoire.

Si ces deux conditions sont remplies, le cylindre a donc, dans le cas du premier calibre, plus de $49,99 \frac{m}{m}$ et moins de $50,01 \frac{m}{m}$.

Son diamètre reste donc bien compris entre les tolérances extrêmes de plus ou moins 1/100 données par le calibre.

Les *bagues à tolérance* sont employées au même usage. Elles s'usent moins vite que les mâchoires à tolérance car leur contact avec la pièce à vérifier a lieu sur une plus grande surface.

Par contre, elles sont moins commodes, car elles obligent l'ouvrier à enlever la pièce du tour ou de la machine à rectifier, lorsqu'elle est montée entre pointes.

Les *tampons à tolérance* servent pour les alésages aux mêmes usages que les calibres mâchoires pour la vérification des cylindres extérieurs.

Les deux tampons diffèrent de quelques centièmes de millimètres en plus ou en moins de la cote normale.

On leur substitue parfois les jauges plates à tolérance (fig. 45) plus légères et plus maniables, mais un peu plus sujettes à l'usure.

Tous ces appareils sont fabriqués en acier dur, ou en acier doux cémenté, trempés et rectifiés après la trempe.

Mais malgré le choix de l'acier et la robustesse de leur construction, les frottements continuels et inévitables de ces outils sur les pièces à contrôler finissent par les user quelque peu.

Aussi de temps à autre, doit-on les vérifier eux-mêmes à l'aide de bagues ou tampons normaux, ayant la cote marquée sur le calibre (à quelques millièmes de millimètres près).

Les calibres normaux sont des étalons qui ne doivent servir qu'à la vérification des calibres de tolérance.

APPLICATION :

De quels calibres et tampons à tolérance devra-t-on faire usage pour vérifier 1.000 arbres cylindriques de $60 \frac{m}{m}$ de diamètre devant tourner dans 1.000 coussinets de même diamètre, de manière que ces 2.000 pièces soient interchangeable et que le jeu entre un arbre et un coussinet quelconque soit au minimum de $0,02 \frac{m}{m}$ et au maximum de $0,06 \frac{m}{m}$.

Réponse :

On devra faire usage :

1^o D'un calibre-mâchoire ayant comme ouverture $59,97 \frac{m}{m}$ et $59,99 \frac{m}{m}$;

2^o D'un calibre-tampon ayant $60,01$ et $60,03 \frac{m}{m}$ de diamètre.

En effet, l'ajustage qui aura le jeu minimum sera celui de l'arbre le plus gros dans l'alésage le plus petit.

L'ajustage qui aura le jeu maximum sera celui de l'arbre le plus petit dans l'alésage le plus grand.

Tous les autres ajustages auront un jeu intermédiaire entre ces deux limites :

Jeu minimum	0,02 $\frac{m}{m}$	} le plus gros arbre possible.....	59,99 $\frac{m}{m}$
			le plus petit coussinet possible
Jeu maximum	0,06 $\frac{m}{m}$	} le plus petit arbre possible.....	59,97 $\frac{m}{m}$
			le plus grand coussinet possible

JAUGES DE LONGUEUR :

Pour mesurer des alésages de grand diamètre, les tampons deviennent lourds et peu maniables.

On leur substitue des jauges de longueur (fig. 46) dont les bords sont terminés en forme de calotte sphérique, le centre de la sphère étant au milieu de l'axe de la tige.

Ces jauges, qui se font en toutes longueurs, servent également à vérifier l'écartement de deux surfaces parallèles.

Certaines jauges comprennent une tige filetée (fig. 47) qui permet de modifier la longueur. Cette longueur alors est indiquée par une graduation analogue à celle du palmer.

CALIBRES ET BAGUES DE FILETAGE :

Ces outils sont employés pour contrôler les tiges filetées et les trous taraudés ou filetés.

Les calibres mâles portent à une extrémité un calibre tampon du diamètre du noyau du filet.

JAUGES :

Le fil dont on veut vérifier le diamètre est introduit entre les branches du vé de la jauge (fig. 48) jusqu'à ce qu'il se trouve coincé entre ses branches.

La lecture du diamètre cherché est alors obtenue immédiatement sur la graduation gravée sur un des côtés du vé.

On emploie également la jauge de Paris (fig. 49) disque métallique dont le pourtour présente des encoches correspondant aux diamètres normaux.

JAUGES D'ÉPAISSEUR :

Les jauges d'épaisseur (fig. 50) sont composées de lamelles en acier trempé, dont les différentes épaisseurs varient depuis un dixième de millimètre jusqu'à 2 millimètres.

Ces lamelles introduites entre deux surfaces mal ajustées servent à évaluer le jeu qui existe entre ces surfaces.

JAUGES POUR PAS DE VIS :

Les jauges pour pas de vis (fig. 51) servent à déterminer immédiatement le pas d'une vis donnée, ou à contrôler qu'une vis a bien été exécutée au pas demandé.

TOLÉRANCES D'EXÉCUTION :

Tolérances admises par les Compagnies de Chemin de Fer pour la fourniture de ferrures.
Il est toléré : (S. T. 35)

I. — Entre deux surfaces dont l'une au moins est brute ou régularisée :

$\pm 0,5 \frac{m}{m}$	pour cotes $\leq 20 \frac{m}{m}$
$\pm 1 \frac{m}{m}$	— $20 < c < 100 \frac{m}{m}$
$\pm 2 \frac{m}{m}$	— $c \geq 100 \frac{m}{m}$

II. — Entre deux surfaces usinées :

a) Dans les parties où la pièce ne s'assemble pas avec d'autres $\pm 0,5 \frac{m}{m}$ sur toutes cotes ;

b) Dans les parties où la pièce s'assemble avec d'autres, la tolérance est de $0,5 \frac{m}{m}$ pour toutes les cotes relatives aux parties qui doivent s'ajuster dans l'assemblage :

Soit $\pm 0,25 \frac{m}{m}$

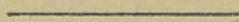
Elle est unilatérale, s'il y a pénétration réciproque :

Soit $- 0,5$ et $+ 0 \frac{m}{m}$ pour la pièce mâle

$- 0$ et $+ 0,5 \frac{m}{m}$ pour la pièce femelle

III. — Entre les axes de deux trous de fixation de boulons, rivets, etc...

$\pm 0,5 \frac{m}{m}$ sur toutes les cotes.



16^e Leçon

CHAPITRE VIII

ALÉSAGE

Les alésoirs sont des outils de coupe destinés soit à régulariser des trous bruts de forge ou de fonderie, soit à calibrer ou à agrandir très légèrement des trous déjà percés au foret.

Lorsqu'il s'agit d'alésages grossiers, on peut utiliser l'équarisseur cassé (fig. 52) qui est constitué par une broche en acier trempé, de section carrée avec une forte entrée et dont les arêtes sont bien vives. On les amorce dans le trou à coups de marteau, on les fait tourner et on provoque leur avancement avec de nouveaux coups de marteau.

Mais l'ajusteur emploie presque exclusivement l'alésoir taillé (fig. 53).

Cet outil est constitué par une tige en acier trempé, munie d'un certain nombre de longues arêtes tranchantes, droites ou hélicoïdales, laissant entre elles des cannelures qui servent au dégagement des petits copeaux.

Les alésoirs sont terminés par une partie carrée en tête sur laquelle s'ajuste le tourne-à-gauche que manœuvre l'ouvrier pour produire la rotation de l'outil.

Ils travaillent par pression et sans choc. On les trempe durs et on les fait revenir au jaune paille.

Pendant le travail, on communique à l'outil une pression suivant son axe, en même temps qu'un mouvement de rotation.

Lorsqu'on utilise un alésoir à cannelures, il ne faut jamais le détourner pour ne pas l'endommager.

On ne doit laisser qu'au plus 5/10 de millimètre de métal à enlever.

Pendant le travail, on vérifie à l'aide d'une équerre que l'axe de l'outil reste perpendiculaire à la surface de la pièce usinée.

Certains alésoirs conservent une partie circulaire lisse, ou dos (fig. 54), qui a pour but de mieux guider l'alésoir dans le trou et d'éviter le broutage qui se produit lorsque les arêtes coupantes, au lieu de travailler d'une façon continue, coupent en sautant d'une position à une autre, le trou après alésage n'est pas alors un cylindre parfaitement lisse.

On évite encore le broutage, soit en taillant les arêtes en hélice, ou en taillant un nombre impair de dents, ou encore en lui donnant un nombre pair de dents, inégalement espacées.

Les alésoirs sont généralement coniques sur le tiers de leur longueur, cylindriques sur le reste.

L'affûtage provoque une diminution de diamètre. C'est pour remédier à cet inconvénient qu'on utilise des alésoirs extensibles (fig. 55).

TOURNE-A-GAUCHE :

Le tourne-à-gauche ordinaire (fig. 56) se compose d'une partie centrale dans laquelle ont été pratiqués de un à quatre trous carrés et de deux poignées.

Mais lorsqu'on utilise un des trous latéraux, il est difficile de manœuvrer correctement le tourne-à-gauche par suite de l'inégalité des bras de levier.

On préfère les tourne-à-gauche universels (fig. 57) et les tourne-à-gauche à coussinets (fig. 58).

17° Leçon

CHAPITRE IX

SYSTÈMES DE FILETAGES

Un filet de vis est le solide engendré par un triangle, un carré, un trapèze ou un demi-cercle qui se déplace en s'appuyant constamment sur une hélice directrice tracée sur un cylindre.

Le cylindre sur lequel s'enroule le filet constitue le noyau de la vis.

Le pas d'une vis, c'est le pas de son hélice directrice, c'est encore le déplacement longitudinal du triangle ou du carré générateur pour un tour de rotation de ces derniers.

Une vis est à 2, 3...n filets lorsqu'il faut que 2, 3...n filets semblables viennent s'enrouler côte à côte sur le noyau pour le garnir complètement.

Une vis est au pas à droite lorsqu'en la tenant verticalement devant soi on voit les filets s'élever de gauche à droite en les suivant des yeux.

Le pas est dit à gauche, lorsqu'il faut suivre les filets de droite à gauche, pour les voir s'élever encore.

Pour mesurer un pas de vis métrique, on mesure la longueur de 5 ou 10 filets. Le pas est le quotient de la longueur ainsi mesurée par le nombre de filets.

S'il s'agit d'un pas de vis en mesures anglaises, on compte le nombre de filets contenus sur une longueur de un pouce (25,4 $\frac{m}{m}$).

SYSTÈME INTERNATIONAL :

En France, on utilise presque exclusivement le système de filetage international (S I), dont le profil (fig. 59) a été déterminé en 1898 au Congrès de Zurich, modifié par la Commission permanente de Standardisation.

Le filet en est formé par un triangle équilatéral. Le sommet et le fond sont terminés théoriquement par une droite parallèle à l'axe et menée à une distance égale à 1/8 de la hauteur à partir du sommet. Seulement, il peut comporter un certain jeu au fond des sommets creux, jeu ne devant pas dépasser 1/16 de la hauteur du triangle primitif.

JEUX ET TOLÉRANCES :

La cote normale correspond exactement au profil limite du Congrès de Zurich.

La limite minimum de l'écrou correspond exactement à la cote normale.

Le jeu minimum est pris entièrement du côté de la vis.

Chaque constructeur reste juge des valeurs admissibles pour les tolérances et les jeux suivant la destination des vis et des écrous.

Le Système comporte une série de diamètres normaux, entre lesquels on peut intercaler des diamètres intermédiaires dont le pas reste le même que celui du diamètre immédiatement inférieur.

Diamètres vis	Pas	Diamètres vis	Pas	Diamètres vis	Pas
1	0,25	6	1	30	3,5
1,5	0,35	8	1,25	36	4
2	0,45	10	1,50	42	4,5
3	0,60	12	1,75	48	5
4	0,75	14	2	56	5,5
5	0,90	18	2,5	64	6
		24	3	et au-dessus	

Lorsque cela est absolument nécessaire, on peut adopter des filetages à pas plus fins, en utilisant le même profil.

On emploie alors le pas le plus rapproché du pas normal.

Pour des filetages de tuyauteries, on adopte fréquemment les pas suivants :

1 $\frac{m}{m}$ pour les tuyaux jusqu'à 10 $\frac{m}{m}$ de diamètre.

1,5 $\frac{m}{m}$ — de 13 à 23 $\frac{m}{m}$.

2 $\frac{m}{m}$ — d'un diamètre supérieur.

SYSTÈME WITHWORTH :

Le système Withworth est utilisé en Angleterre.

Le profil (fig. 60) est un triangle isocèle dont l'angle au sommet est de 55°.

Les sommets sont tronqués au 1/6 de la hauteur du triangle.

On désigne un filetage Withworth par le nombre de filets au pouce anglais (25,4 $\frac{m}{m}$).

Il existe une série normale Withworth pour la mécanique, employée en Angleterre et une série normale Withworth pour tubes à gaz qui est employée couramment en Europe :

TUBES	PAS EN	
	filets par pouce	millimètres
5 × 10.....	28	0,90
8 × 13.....	19	1,33
12 × 17.....	19	1,33
15 × 21.....	14	1,81
20 × 27.....	14	1,81
26 × 34.....	11	2,31
et au-dessus		

18° Leçon

CHAPITRE X

TARAUDAGE

Tarauder, c'est armer de filets de vis l'intérieur d'un trou cylindrique.

Pour ce, on utilise généralement des outils appelés tarauds (fig. 61).

Un taraud est une tige filetée en acier fondu, dans laquelle on a creusé des rainures pour former les arêtes tranchantes.

Les tarauds sont généralement groupés par jeux de trois :

- 1° Un taraud ébaucheur conique sur presque toute sa longueur ;
- 2° Un taraud intermédiaire cylindrique, avec seulement quelques filets d'abattus ;
- 3° Un taraud finisseur cylindrique sur toute sa longueur, à part une légère entrée.

Les filets des tarauds peuvent être sans dégagement, ou taillés excentriquement.

Ceux sans dégagement (fig. 62) peuvent travailler en tournant et en détournant. L'affûtage ne modifie jamais leur diamètre extérieur.

Ceux à filets taillés excentriquement (fig. 63) coupent mieux que les précédents, mais ils ne peuvent être détournés sans risquer de les endommager.

Lorsque la dépouille est donnée sur toute la section des dents, chaque affûtage en réduit légèrement le diamètre.

Cet inconvénient a peu d'importance car le taraud finisseur n'a presque jamais besoin de réaffûtage.

Pour la réparation des coussinets de filières, on emploie des tarauds à rainures hélicoïdales, pour éviter que les arêtes coupantes viennent à coïncider avec les fentes des coussinets.

Pour le taraudage à la main des métaux mous, on emploie parfois des tarauds sur lesquels on a supprimé une dent sur deux.

La coupe est alors plus franche et les copeaux enlevés plus épais.

EXÉCUTION DU TARAUDAGE :

On admet que les trous à fileter doivent être percés avec un foret d'un diamètre égal au diamètre extérieur de la vis moins le pas :

$$d = D - p$$

D diamètre de la vis de pas p

d diamètre du foret à utiliser.

De cette façon, la hauteur du filet obtenu est les 77/1000 de la hauteur théorique, ce qui diminue le travail de taraudage, sans diminuer la résistance.

Pour les trous borgnes, on admet les dimensions ci-après :

	Acier	Fonte
Profondeur du forage	1,5 D	2 D
Longueur de la partie taraudée	1,25 D	1,75 D
Longueur d'engagement du boulon	1 D	1,5 D

D étant le diamètre extérieur du goujon.

Sauf pour le travail de la fonte, du plomb, de l'étain, on doit huiler abondamment les tarauds, avant et au cours du travail, pour empêcher l'échauffement exagéré de l'outil et la détrempe des filets.

On doit, tout en tournant, exercer une pression suivant l'axe du taraud, pour commencer le taraudage et cesser d'appuyer lorsque les dents sont prises.

Pour les taraudage de trous borgnes, il faut retirer de temps à autre le taraud pour le nettoyer et enlever les copeaux qui s'amassent au fond du trou, si on ne veut s'exposer à arracher le filet dans l'écrou façonné.

L'extraction des tarauds cassés est difficile si on ne peut en saisir une extrémité avec une clé.

Si la pièce est peu coûteuse, on peut la rebuter.

On peut essayer d'introduire de gros fils de fer dans les rainures et de détourner en en saisissant les extrémités dans un étau à main.

En cas d'insuccès, il faut détremper le taraud au feu ou au chalumeau, le percer d'un trou aussi grand que possible et enlever les morceaux.

19^e Leçon

CHAPITRE XI

FILETAGE

Fileter une tige, c'est l'armer de filets de vis.

Pour le filetage à la main, on distingue :

- 1^o Les filières à diamètre invariable ;
- 2^o Les filières à coussinets ou en deux pièces ;
- 3^o Les filières à peignes.

FILIÈRES A DIAMÈTRE INVARIABLE :

L'écrou filière (fig. 64) est un bloc d'acier trempé percé d'un trou taraudé dans lequel débouchent des trous latéraux.

Les arêtes tranchantes sont formées par les intersections du trou taraudé et des trous latéraux.

C'est de la position de ces derniers que dépend la bonne coupe de l'écrou filière.

Les écrous filières se montent dans des cages filières, qui peuvent être d'un bloc ou en deux parties. Suivant le cas, l'écrou est alors bloqué par une vis de pression ou par le serrage de vis latérales.

Le filetage ayant pour conséquence de faire un peu gonfler le métal, il faudra toujours laisser les tiges qui doivent être filetées avec ce type de filière à un diamètre légèrement inférieur à la cote donnée.

Certains écrous filières sont fendus d'un côté et rendus extensibles à l'aide d'une petite vis. Cela permet de faire varier le diamètre de filetage de quelques dixièmes de millimètres.

Dans les filières à diamètre invariable, on peut citer également les filières truelles (fig. 66) employées pour le filetage de quelques millimètres seulement (8 à 10 au plus). Elles sont constituées par une plaque d'acier trempé percée d'un certain nombre de trous taraudés.

Dans chacun de ces trous débouchent deux trous lisses plus petits, qui donnent ainsi naissance aux arêtes tranchantes.

FILIÈRES A COUSSINETS EN DEUX PIÈCES OU A CAGE :

Dans ces filières, deux demi-coussinets en acier trempé se fixent à l'intérieur d'une monture.

On peut régler l'écartement des coussinets à l'aide d'une vis.

Le mode de fixation est variable (fig. 68). Les coussinets de ces filières sont taraudés avec un taraud mère dont le diamètre est légèrement supérieur à celui du taraud correspondant.

Cette différence de diamètre varie de $1/10$ à $1/20$ de la valeur du diamètre du taraud normal.

Ceci a pour objet de faire travailler les parties tranchantes $a a$, $b b$, en leur permettant d'attaquer le métal avec des angles de coupe et d'incidence aussi favorables que possible (fig. 69).

FILIÈRES A PEIGNES :

Ces filières (fig. 70) se composent d'une monture dans la cage de laquelle sont ajustés et peuvent se mouvoir quatre couteaux ou peignes.

Par la rotation d'une came à manette, ces quatre peignes avancent ou reculent ensemble d'une même quantité suivant les deux directions perpendiculaires $aa - a, a, -$, et par conséquent se centrent automatiquement.

Une butée réglable permet de ramener la came toujours au même point, et par conséquent de fileter autant de pièces que l'on désire avec le même écartement de peignes.

Une fois les peignes réglés on les bloque en manœuvrant un écrou à manette placé au-dessus de la came.

Les peignes sont à denture dégagée et ne peuvent talonner pendant le travail, ils coupent la matière sans effort.

On peut fileter en une ou plusieurs passes, mais pour dégager l'outil après chaque passe, il y a lieu de desserrer les peignes pour ne pas en briser les dents en détournant.

EXÉCUTION DU FILETAGE :

Les tiges à fileter doivent être d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre du filetage à réaliser.

Lorsqu'on emploie une filière à diamètre invariable, il y a lieu de donner de l'entrée en diminuant légèrement le diamètre de l'extrémité de la tige.

On fixe la tige à fileter dans l'étau. On présente la filière et on serre pour faire mordre les filets. On huile abondamment et on fait une première passe.

Avec les filières des 2^e et 3^e types, on desserre les coussinets et on remonte la filière.

On continue ensuite par passes successives.

20^e Leçon

CHAPITRE XII

PROCÉDÉS POUR FINIR LES PIÈCES

POLISSAGE :

Lorsqu'on veut obtenir des surfaces apparentes d'un bel aspect sans rechercher une exactitude d'exécution parfaite, on a recours au polissage.

Comme on ne doit pas compter sur l'action de la toile émerisée pour enlever une épaisseur de métal sur la surface à polir, il faut, avant de faire usage de la toile, donner à la pièce les dimensions qu'elle devra avoir après polissage.

Pour les petits travaux, on effectue le polissage en entourant une lime de nuance douce avec une bandelette de toile émerisée et l'on opère comme pour le tirage en long en appuyant aussi bien pendant la course aller que pendant la course retour.

La grosseur du grain d'émeri étendu sur la toile doit varier avec le fini à obtenir. Pour débiter, on prendra le grain le plus gros en diminuant insensiblement jusqu'au grain le plus fin.

Lorsqu'on veut polir des pièces trempées, l'emploi de la toile devient onéreux et l'on a avantage à procéder comme suit :

On saupoudre la pièce d'émeri en poudre et l'on frotte, soit avec un morceau de cuir soit avec un morceau de bois tendre.

Le grain de la poudre d'émeri devra être de grosseur décroissante.

D'une façon générale, le sens du polissage est indifférent et est surtout imposé par la nature et la forme des pièces, néanmoins, pour obtenir une surface d'un beau poli, il y aura lieu d'opérer suivant les fibres du métal.

L'opération telle qu'elle vient d'être décrite présente l'inconvénient d'arrondir les arêtes de la pièce en contact avec la toile, aussi emploie-t-on de préférence toutes les fois que le travail en vaut la peine des bâtons et briques d'émeri aggloméré qui ne frottent pas plus sur les arêtes qu'au milieu de la pièce et suppriment l'inconvénient signalé.

Ces bâtons et briques peuvent être employés secs ou à l'eau.

On fait aussi le polissage mécaniquement en utilisant des machines à polir disposées pour recevoir, soit des meules en émeri, soit des disques en bois garnis sur leur pourtour d'une bande de toile émerisée de cuir, de drap ou de feutre, suivant le degré de poli qu'on recherche.

Lorsqu'au lieu du poli brillant, on veut obtenir un poli mat, on utilise des brosses métalliques circulaires tournant à grande vitesse (1.200 tours) et constituées par des brins de fils d'acier doux de 15/100 de mm. de diamètre.

MARBRAGE :

Le marbrage a pour but de donner un beau cachet de fini aux surfaces dressées de certaines pièces.

Le marbrage s'effectue toujours après polissage, bien que cette opération tienne plutôt du grattage que du polissage.

Pour marbrer la surface d'une pièce, on opère comme pour le grattage, en exécutant de petits carrés se dirigeant dans tous les sens.

Cette opération se fait à l'aide d'un grattoir étroit qui ne devra pas couper beaucoup et que l'on appuiera très légèrement sur les surfaces à marbrer.

Le marbrage sera d'autant plus joli que les coups de grattoir seront variés et que leur croisement sera mieux réalisé.

BRUNISSAGE :

Après polissage à la main, quel que soit le degré de finesse du grain de la toile d'émeri, la surface ne présente pas un poli spéculaire.

Il reste toujours quelques petites rayures dans le sens du polissage.

Pour faire disparaître totalement ces rayures, on procède au brunissage à l'aide d'un outil appelé brunissoir.

Le brunissoir est un outil en acier trempé, à champs ronds et parfaitement polis.

On se sert du brunissoir de la même manière que de la lime pour le tirage en long.

Sous l'action du frottement doux du brunissoir sur la surface à brunir, les traits laissés par la toile disparaissent peu à peu et la surface prend un aspect glacé et miroitant du plus bel effet.

Le brunissage est peu employé dans les travaux de mécanique courante. Il est utilisé couramment dans les travaux artistiques et, en particulier, dans l'armurerie.

21^e Leçon

RODAGE :

Le rodage est un mode d'ajustage très employé lorsqu'il s'agit d'assurer l'étanchéité parfaite de deux surfaces usinées en contact l'une avec l'autre.

Le rodage à la main, couramment exécuté pour les robinets, soupapes, etc..., s'effectue en interposant entre les deux surfaces à roder, de l'huile ou du savon gras que l'on saupoudre, soit de sable fin, de boue de meule, ou de potée d'émeri.

On frotte les deux surfaces en contact l'une sur l'autre, en les faisant tourner alternativement dans les deux sens.

Les parties en contact s'usent et arrivent ainsi à être en contact d'une manière d'autant plus parfaite que le grain de la poudre employée aura été plus fin.

Certaines pièces demandent à être rodées séparément. On se sert pour cela d'un rodoir ou de la machine à rectifier avec petite meule émeri, meule de cuivre rouge, ou meule de plomb avec émeri fin.

Les rodoirs sont ordinairement en fer, garni de plomb fondu ou de cuivre rouge, en bronze ou en bois. C'est celui en fer garni de plomb qui est le plus avantageux.

Les rodoirs doivent être en deux ou en quatre parties dans toute la longueur du corps de façon à pouvoir les ouvrir au cours du travail, soit au moyen d'un coin, soit au moyen d'une vis comportant une partie conique.

GRATTOIRS :

Une lime, même très douce, ne permet pas d'obtenir des surfaces parfaitement planes et polies ; on doit donc avoir recours aux grattoirs.

Les grattoirs sont des outils en acier trempé, qui présentent une ou plusieurs arêtes tranchantes.

Ils permettent de travailler avec précision, parce qu'ils enlèvent peu de métal à la fois.

Suivant les travaux à effectuer, on emploie, soit le grattoir plat, soit le grattoir triangulaire.

Les grattoirs sont souvent fabriqués avec de vieilles limes.

GRATTAGE :

Le grattage a pour but de parfaire le portage des surfaces planes ou courbes qui doivent glisser les unes sur les autres et être en contact parfait.

Pour procéder au grattage d'une surface, on doit d'abord nettoyer convenablement cette surface, puis on la promène sur un marbre qui aura été enduit de sanguine au préalable.

Les saillies seront accusées par des taches rouges, marquant les endroits où doit être opéré le grattage.

On effectue le premier grattage en ayant soin d'appuyer vigoureusement le grattoir sur la surface de la pièce, en opérant par courses aussi réduites que possible.

Avant de vérifier la surface de la pièce, on fera un deuxième grattage, suivant une direction perpendiculaire au premier.

Après application sur le marbre pour voir si la pièce a encore des endroits plus saillants, on recommencera à gratter les proéminences.

La série d'opérations : vérification et grattage, se reproduira jusqu'à ce que les faces portent parfaitement et présentent sur la face grattée une couleur uniforme due à la sanguine après le dernier passage sur le marbre.

Le dernier grattage doit être très léger ; les marques de l'outil doivent être d'autant plus petites et moins apparentes que l'on approchera du fini que l'on désire obtenir.

Pour les pièces exécutées à la machine, il faudra avoir soin de les limer convenablement pour faire disparaître toutes traces de l'outil, ce n'est qu'à cette condition qu'un bon grattage pourra être exécuté.

Les grattoirs travaillent beaucoup plus finement si l'on a soin pendant le travail de tremper la partie coupante dans l'eau.

22° Leçon

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE I

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

On distingue les assemblages obtenus avec des organes spéciaux et les assemblages obtenus directement.

Parmi les premiers, on a :

- 1° Les assemblages amovibles
 - a) par clavettes ou goupilles
 - b) par boulons ;
- 2° Les assemblages inamovibles par rivetage.

Parmi les seconds, qui sont tous inamovibles, on peut mentionner, en outre les soudures diverses (à la forge, autogène, brasure), l'agrafage, le sertissage, le calage.

CHAPITRE II

ASSEMBLAGES PAR CLAVETTES OU GOUPILLES

CLAVETTES :

La clavette est un organe d'assemblage en forme de coin qui est introduite dans des mortaises pratiquées dans les pièces à assembler.

Elle peut servir également au réglage en position des pièces assemblées.

Le jeu existant est appelé tirage.

Les clavettes peuvent être à simple ou à double pente (fig. 71 et 72).

Pour la fixation d'une tige prisonnière, au lieu d'une clavette traversante (fig. 73), on peut employer une clavette rasante (fig. 74). Il suffit, dans ce cas, de faire un méplat sur la tige.

Pour diminuer la fatigue de la clavette, on peut faire buter une embase de la tige contre la pièce dans laquelle elle est fixée.

Lorsqu'on veut ménager les pièces à assembler, on peut utiliser une (ou même deux) contre-clavette à talon (fig. 75 et 76).

Le blocage des clavettes peut être effectué de plusieurs façons, généralement avec vis ou boulons.

Pour l'assemblage de moyeux sur les arbres, on utilise soit la clavette plate avec tête en talon (fig. 77) et inclinaison sur l'une de ses faces (1/100 environ), soit la languette (fig. 78).

La languette a seulement pour but d'arrêter un moyeu sur un arbre, surtout lorsqu'il doit se déplacer longitudinalement tout en restant solidaire de l'arbre.

Les clavettes et languettes d'assemblages d'arbres sont généralement encastrées (fig. 79).

On utilise parfois des clavettes creuses (fig. 80) ou à friction, des clavettes à méplat (fig. 81) et des clavettes tangentielles (fig. 82).

On utilise également des clavettes demi-rondes, dites « Woodruff ».

L'ajustage et le démontage de ces clavettes est très aisé.

GOUPILLES :

Les goupilles sont des chevilles de métal qui sont utilisées dans les mêmes conditions que les clavettes pour les assemblages de petits axes lorsqu'elles ne doivent pas supporter de fatigue transversale.

Elles peuvent être coniques (conicité 2 %) ou cylindriques fendues.

On utilise également des goupilles coniques comme repères de montage.

Dans ce cas, une fois terminé le réglage des pièces à assembler, on perce ou alèse des trous et on enfonce les goupilles (fig. 84).

Lorsque les pièces seront montées à nouveau, on opérera sans tâtonner.

23° Leçon

CHAPITRE III

ASSEMBLAGES PAR VIS ET BOULONS

Pour les boulons et les vis de fixation, c'est le filet triangulaire qui est employé (fig. 85). Le filet carré est utilisé pour les vis mères de tours, les vis de chariots et de machines-outils parce que plus résistant que le filet triangulaire.

Le filet rond est employé pour les tendeurs d'attelage du matériel de chemins de fer.

Avec ce filet, il n'y a pas d'angle vif au sommet (cause de grippement). Il n'y a pas non plus d'angle vif au fond (cause de fragilité). Le profil est renforcé à la base, là où l'effort est maximum.

Mais ce filet rond, comme d'ailleurs le filet carré, est assez gênant à réaliser.

Le filet trapézoïdal est employé de plus en plus dans les machines-outils pour remplacer le filet carré.

VIS :

Les vis sont utilisées pour fixer une pièce percée de trous lisses, sur une pièce inférieure percée d'un trou taraudé, prolongeant le premier.

Dans le bois, on ne taraude pas à l'avance le logement de la vis, on l'amorce seulement à la vrille, la vis fait elle-même le perçage et le taraudage de son logement.

Les vis à métaux peuvent avoir des têtes des formes ci-après (fig. 87) :

1° Tête carrée ou hexagonale. Dans ce cas, elles sont manœuvrables facilement avec une clé ;

2° Tête fraisée, quand on veut la faire disparaître dans l'épaisseur de la pièce à fixer. La tête s'engage alors dans une fraisure de la pièce ;

3° Tête en goutte de suif, quand on ne veut pas que la tête de vis accroche ;

4° Tête cylindrique, quand on veut la noyer dans la pièce à fixer.

Les vis des modèles 2, 3 et 4 présentent généralement une fente diamétrale, qui sert à la manœuvrer avec un tournevis.

Dans le but de rendre l'enlèvement plus difficile par des personnes non outillées spécialement, on remplace parfois la fente diamétrale par deux encoches.

VIS A BOIS :

La vis à bois est légèrement conique et a l'extrémité pointue.

Le filet laisse un creux très large entre deux parties saillantes (fig. 87).

Les tirefonds sont de grosses vis à bois utilisées pour la fixation des rails sur les traverses en bois, ainsi qu'en charpente.

GOUJONS :

Les goujons (fig. 88) sont des vis à métaux sans tête, filetées aux deux extrémités, et quelquefois même sur toute leur longueur.

Pour serrer les goujons, on bloque sur leur tige deux écrous l'un contre l'autre. On manœuvre ensuite l'écrou supérieur avec une clé, comme on le ferait pour vis ordinaire. Le desserrage est obtenu par la méthode inverse.

Les goujons sont toujours enfoncés à refus.

Avant de les mettre en place, il y a lieu de s'assurer que leur logement est propre et ne contient pas de lubrifiant.

On appelle prisonniers, des goujons présentant une embase affleurant la surface de la partie inférieure. On donne également ce nom à des tiges filetées qu'on introduit entre cuir et chair pour maintenir deux pièces.

24^e Leçon

BOULONS :

Un boulon (fig. 89) possède une tête et une tige cylindrique filetée sur une partie de sa longueur à partir de son extrémité pour y recevoir l'écrou.

Les têtes de boulons sont le plus souvent hexagonales. Elles peuvent aussi être carrées, rondes, fraisées, ou goutte de suif (fig. 90).

Les dimensions des têtes carrées et des têtes hexagonales, ainsi que celles des écrous de même forme ont été établies de façon à ce que pour un boulon ou une vis d'un diamètre déterminé, une seule clé suffise pour le serrage des écrous et des têtes carrées et des écrous et des têtes hexagonaux.

Quand la tête n'est pas polygonale, elle doit être munie d'un ergot ou d'une embase carrée pour empêcher que le boulon ne tourne pendant le serrage de l'écrou.

Les extrémités des boulons sont ordinairement terminées par une calotte arrondie, tangente à un écrou de 120° d'ouverture.

L'entrée de l'écrou est fraisée avec la même conicité. Il en résulte que l'écrou se centre et s'engage plus facilement.

De plus, il ne se produit pas de bavure aux extrémités du filet de vis des écrous et boulons.

Les écrous sont généralement hexagonaux, quelquefois carrés. Dans ce dernier cas, on les utilise surtout pour l'assemblage des pièces de bois.

On rencontre également des écrous ronds, des écrous borgnes, qui sont munis d'encoches pour permettre leur serrage.

Les écrous à oreilles peuvent être manœuvrés à la main.

L'écrou à lanterne est un écrou employé comme tendeur entre deux vis à pas contraire.

Une lumière est souvent percée à la partie centrale.

Parfois, on interpose une rondelle entre l'écrou et la pièce à serrer.

Les boulons sont désignés par la forme de leur tête, le diamètre de leur partie filetée, leur longueur sous tête (y compris la partie conique pour les boulons à tête fraisée).

On emploie les abréviations suivantes :

Tête hexagonale.....	H
— carrée.....	Q
— ronde.....	RE
— fraisée à 90°.....	F E
<hr/>	
— — — bombée.....	90 FB E
<hr/>	
— — sur bois à 120°.....	90 F E
<hr/>	
	120

Exemple :

Boulon à tête hexagonale de 20 mm. de diamètre et de 150 mm. de longueur :

Boulon H 20 × 150.

Pour les écrous, on emploie les abréviations suivantes :

Écrou hexagonal : Écrou H

Écrou carré : Écrou Q.

Les autres types d'écrous sont désignées en toutes lettres.

Sauf spécification contraire, les boulons sont toujours livrés avec des écrous hexagonaux.

BOULONS SPÉCIAUX :

Les boulons de scellement ont une tête fendue spéciale (fig. 91), ils prennent ainsi appui le long d'une plus grande hauteur de béton.

Il en existe d'autres (fig. 92) présentant des bavures saillantes.

Les boulons de fondation ont des têtes aplaties qui les empêchent de tourner.

Ces deux genres de boulons doivent être placés avant de couler le ciment ou le béton.

On assure la concordance de leur position avec celle des trous de la pièce à fixer en les reliant entre eux par des gabarits en bois ou en métal pendant la coulée.

Pour les scellements de machines soumises à des chocs, le plomb est préférable au ciment mais on ne doit l'employer qu'en se réservant la possibilité de le mater, car il diminue de volume par refroidissement.

MOYENS D'ÉVITER LE DESSERRAGE DES ÉCROUS ET VIS :

Les écrous montés sur des pièces soumises à des trépidations se desserrent à la longue.

Le procédé le plus efficace pour empêcher ce desserrage consiste à goupiller les boulons.

On introduit une goupille fendue dans un trou qui traverse d'outre en outre le boulon et correspond à un trou foré dans l'écrou lorsque le serrage est convenable, ou à une fente pratiquée dans l'écrou (écrous crénelés) (fig. 93).

Les goupilles sont désignées par leur espèce, leur diamètre et leur longueur : goupille fendue 4 × 45.

Les plaques d'arrêt ou plaques frein (fig. 94) sont également efficaces. Les bords de l'écrou sont maintenus dans des échancrures de la plaque, fixée elle-même à l'aide de vis sur la pièce boulonnée.

On utilise également les contre-écrous. Le contre-écrou est un deuxième écrou qu'on serre sur le premier.

Les rondelles « Grower » (fig. 95) interposées entre la pièce et l'écrou, s'arcboutent par leurs arêtes vives.

Pour empêcher le desserrage des vis, on peut avoir recours à un goujon arrêtoir placé entre cuir et chair de la tête (fig. 96).

Pour des petites vis qui ne doivent pas être dévissées, on peut pratiquer un évidement dans le pourtour du logement de la tête et y faire pénétrer celle-ci en donnant un coup de pointeau (fig. 97).

25° Leçon

CHAPITRE IV

CLÉS DE SERRAGE

Les clés employées pour le serrage des écrous sont de modèles différents.

Elles peuvent être classées en clés à ouverture fixe ou en clés à ouverture variable.

Pour les premières, il faut une ouverture spéciale pour chaque diamètre de la série normale de boulons.

Mais la même ouverture peut être employée pour les écrous d'un diamètre exceptionnellement intercalé entre les diamètres normaux.

Les clés sont en général en acier doux et les mors en sont cémentés et trempés.

Après usure, on peut être conduit à les resserrer pour éviter un accident. Il ne faut jamais utiliser de clés dont les mors se sont élargis ou dont le diamètre n'est pas au calibre de l'écrou à serrer.

Parmi les clés à ouverture fixe, on distingue :

1° Les clés à fourche, clés ouvertes ou clés courantes (fig. 98) qui présentent une ouverture semblable au contour de l'écrou hexagonal à tourner, mais elles peuvent être employées également pour les écrous carrés de même diamètre.

Elles sont droites ou en S, à une ou deux ouvertures.

2° Les clés fermées dont l'extrémité est terminée par un trou de la forme des écrous à saisir (fig. 99).

3° Les clés à douille (fig. 100) en forme de T, dont la base est une douille creuse dont la forme est celle des écrous à saisir.

4° Les clés en tube d'acier (fig. 101) dont les extrémités ont été mandrinées pour épouser la forme des têtes de boulons ou des écrous. Elles sont maniées à l'aide d'une tige qu'on introduit dans des trous percés dans le tube.

5° Les clés à griffes (fig. 102) qui servent pour le serrage des écrous à encoches.

Le tableau ci-dessous donne les ouvertures normales des clés :

Diamètre des boulons	Ouvertures nominales	Diamètre des boulons	Ouvertures nominales
6	10	20	32
8	14	22	35
10	17	24	38
12	21	27	42
14	23	30	46
16	26	33	50
18	29	36	54

Pratiquement, pour avoir un jeu suffisant, les ouvertures réelles des clés sont un peu plus fortes (0,25 $\frac{m}{m}$ pour clés de 6 à 18 — 0,50 $\frac{m}{m}$ pour clés de 20 à 27 — 0,75 $\frac{m}{m}$ pour clés de 30 à 36).

Il convient de mentionner également parmi les clés à ouverture fixe, les clés à griffes, pour le serrage des tubes (fig. 103).

L'ouverture est en forme de V. Un des côtés est lisse, l'autre porte une denture en dents de scie dont l'inclinaison est dirigée vers l'intérieur de la clé.

Lorsqu'on s'en sert les griffes viennent mordre et s'arc-bouter sur le tube.

Une clé à griffes peut servir pour plusieurs diamètres de tubes (une série de 5 clés suffit pour serrer tous les tubes de 10 à 64 mm. de diamètre).

CLÉS A OUVERTURE VARIABLE :

Les plus employées sont : la clé anglaise et la clé à molette.

La clé anglaise comprend trois parties principales (fig. 104) :

1° Une pièce en forme de marteau constituant la mâchoire supérieure de la clé et terminée par une tige à filet carré.

2° Une partie formant la deuxième mâchoire et portant latéralement deux tiges plates qui se réunissent à la partie supérieure pour former marteau.

3° Une partie constituant le manche et filetée à sa partie supérieure suivant le pas de la vis à filet carré.

Les trois parties sont maintenues ensemble le plus fréquemment en utilisant une bague qu'on loge dans un évidement de la 2° pièce et que l'on rend solidaire du manche à l'aide d'une vis noyée.

On distingue, dans la clé à molette (fig. 105) :

1° Le corps de la clé, qui comprend le manche et le mors fixe.

2° Le mors mobile, qui est muni d'une crémaillère.

3° La vis sans fin, dont l'engrènement avec la crémaillère permet le déplacement du mors mobile.

Il existe également des clés à engrenage de divers modèles.

Dans ces dernières, c'est à l'aide d'un engrenage que porte le manche qu'on détermine le mouvement d'une mâchoire mobile, et par suite le serrage de la clé.

TOURNEVIS :

Le tournevis à main ordinaire comprend une lame et un manche.

Habituellement, ce manche est en bois. Sur des petits tournevis, la tige repliée sur elle-même forme le manche.

La lame est en acier trempé (généralement au rouge sombre avec revenu au bleu).

Le tournevis au fût est une lame en acier qu'on manœuvre avec un vilebrequin.

La lame du tournevis est généralement droite, mais parfois, quand on ne dispose pas suffisamment de place pour le serrage, on recourbe d'équerre la lame du tournevis à main.

De toutes façons, il faut que l'extrémité de la lame qui s'engage dans la fente de la tête ait autant que possible une largeur supérieure au diamètre de celle-ci, car une lame trop étroite ne tient pas en place et détériore la tête.

26° Leçon

CHAPITRE V

RIVETAGE

Le rivetage est l'opération qui a pour but de réunir d'une façon définitive des tôles ou des profilés en utilisant des rivets.

Un rivet est constitué par une tige cylindrique en acier doux ou extra doux, terminée par une tête.

La tige est introduite dans un trou pratiqué dans les deux pièces. La tête s'applique contre l'une des deux pièces à assembler et l'on forme une deuxième tête appelée rivure en refoulant l'extrémité de la tige contre la face de la seconde pièce.

Au point de vue de la disposition des rivets, on distingue :

1° La rivure à recouvrement ou à clin (fig. 106).

Les tôles se recouvrent.

2° La rivure à simple couvre-joints (fig. 107).

Les tôles sont maintenues bout à bout et recouvertes d'un seul côté par une tôle qui cache le joint.

3° La rivure à double couvre-joint (fig. 108).

Elle est analogue à la précédente, mais comporte deux couvre-joints.

Les clouures peuvent être à une seule ligne (fig. 109) ou à plusieurs lignes de rivets.

Dans ce dernier cas, on peut utiliser la rivure en échelle ou en chaîne (fig. 110) ou la rivure en quinconce (fig. 111).

Lorsqu'on a à assembler plus de deux tôles, il faut, pour obtenir une rivure étanche, faciliter leur ajustement en étirant en sifflet les pinces (ou recouvrement) des feuilles qui sont à l'intérieur du joint.

On arrive aussi avec cette disposition à diminuer la longueur de la tige du rivet qui ne doit jamais dépasser trois épaisseurs de tôle.

Dans le cas de trois tôles (fig. 112), on amincit l'angle de l'une des deux tôles dont les coins se recouvrent et l'on courbe l'autre de manière à ce qu'elle s'applique aussi exactement que possible sur les deux autres tôles.

Pour l'assemblage de 4 tôles (fig. 113), on amincit en biseau les coins de 2 tôles opposées et on les superpose en tenant les deux tôles dans le même plan. On serre le biseau entre les coins des deux autres tôles qui n'ont ainsi à subir aucune préparation spéciale, ni amincissement, ni pliure.

Pour assembler des tôles formant un angle, on emploie l'une des dispositions ci-contre (fig. 114). Le rayon de courbure donné à la tôle ne doit jamais être inférieur à 4 fois l'épaisseur de la tôle.

Pour relier les bords de deux tôles voisines et parallèles, comme dans les boîtes à feu de locomotive, on emploie surtout les dispositions des croquis 115 et 116.

Les rivets sont désignés par :

1° La forme de leur tête ;

2° Leur diamètre ;

3° Leur longueur.

Pratiquement, on désigne la forme de la tête par une lettre :

R	:	pour les rivets à tête ronde
F	:	— fraisée
G	:	— goutte de suif
RC	:	— ronde à collerette
FG	:	— fraisée, goutte de suif
P	:	— plate

Exemple : Un rivet R 16 × 50 est un rivet à tête ronde, de 16 $\frac{m}{m}$ de diamètre et de 50 $\frac{m}{m}$ de longueur.

En pratique, on choisit comme diamètre d des rivets une dimension telle que l'on ait $2e \leq d \leq 3e$, en désignant par e l'épaisseur des pièces à assembler.

Pour que le métal des pièces ne risque pas de se déchirer dans l'assemblage, la distance de l'axe de la ligne de rivets la plus rapprochée du bord de la tôle doit être comprise entre 1,5 le diamètre des rivets et 2 fois ce diamètre.

Exemple : Pour une clouure avec rivets de 20, cette distance sera comprise entre 30 et 40 $\frac{m}{m}$.

Pour la longueur des rivets, il faut approximativement compter pour former une tête fraisée, une longueur de tige égale aux $7/10$ (sept dixièmes) du diamètre du rivet et une fois et demie pour former une tête ronde.

27° Leçon

CONDITIONS A OBSERVER POUR OBTENIR UNE BONNE RIVURE :

Avant tout, il faut que le métal constituant les rivets soit de bonne qualité pour supporter l'allongement permanent que produit la contraction par refroidissement et ne pas gercer si, à la fin du façonnage de la tête, celle-ci se trouve à une température un peu trop basse. Les surfaces à assembler doivent être bien lisses de façon à pouvoir s'appliquer parfaitement l'une sur l'autre.

Si les pièces étaient simplement rapprochées, elles risqueraient de rendre nulle la résistance à l'adhérence.

La résistance d'une bonne rivure est en effet due principalement à l'adhérence des tôles assemblées. Un mauvais centrage de la tête pourrait également compromettre la résistance de la rivure.

Pour sonder un rivet, il suffit de tenir une des têtes entre les doigts et de frapper par petits coups sur l'autre tête. Le rivet est défectueux s'il se produit de petites vibrations.

La pose des rivets a lieu presque toujours à chaud, la pose à froid étant une exception et ne pouvant s'appliquer qu'à des rivets n'ayant pas plus de 12 $\frac{m}{m}$ de diamètre.

Les rivets doivent être chauffés au blanc et la tête doit être formée avant que le fer ne revienne au noir.

Le chauffage des rivets peut être effectué à la forge, au four à huile lourde ou avec une machine électrique.

Pour river, il faut maintenir la tête déjà formée avec une contre-bouterolle. On peut également employer un tas pneumatique.

La partie de tige qui dépasse à l'autre extrémité est écrasée avec la bouterolle sur laquelle on frappe à coups de marteau.

La flèche du creux de la bouterolle doit être plus petite que celle admise pour la tête. De cette façon, après avoir complètement rempli le creux de la bouterolle, le fer est expulsé sur le pourtour. Dans les ateliers modernes, la formation des deuxièmes têtes a lieu au marteau pneumatique ou à l'aide de riveuses hydrauliques.

Les trous des rivets sont en général poinçonnés dans les tôles, et non percés au foret. Leur diamètre doit être supérieur d'au moins $1/2 \frac{m}{m}$ à celui des rivets qu'ils doivent recevoir.

Dans les travaux de charpente en fer, on procède toujours à l'alésage des trous avant de commencer le rivetage. Pour obtenir des rivures étanches, on procède au matage.

Le matage des rivets consiste à refouler la tôle tout autour du rivet en ramenant la matière sur la tête à l'aide d'un outil non tranchant, légèrement arrondi appelé matoir.

Le matage des tôles est toujours précédé d'un chanfreinage.

On abat un chanfrein sur toute la longueur de la pince, après la pose des rivets, ce travail se fait au burin ou mieux avec une machine à chanfreiner.

ASSEMBLAGE DE PROFILÉS :

Lorsqu'on doit assembler des fers profilés on est souvent obligé d'entailler les ailes d'au moins l'un des profilés (fig. 117).

L'assemblage s'effectue généralement à l'aide d'équerres en tôle rivées (fig. 118).

On utilise quelquefois des goussets pour les consolider.

Parfois on replie d'équerre l'extrémité de l'âme d'un des profilés pour l'appliquer sur celle du deuxième (fig. 119).

Lorsqu'on place des rivets sur des ailes de profilés, à moins d'indications contraires du dessin, on place chaque ligne de rivet dans l'axe de la partie d'aile qui déborde de l'âme (fig. 120) et non dans l'âme de l'aile.

La confection de panneaux nécessite souvent l'emploi de cornières.

Les ailes à assembler sont coupées d'onglet ainsi que les âmes.

L'assemblage s'effectue à l'aide d'équerres ou de goussets rivés. Quelquefois, pour confectionner les encadrements, c'est la même barre qui, après entaillage de l'aile, est repliée à la forge. Pour le tracé de la coupe, on utilise l'équerre à onglet.

L'assemblage est parfois consolidé à l'aide d'équerres rivées. On a également recours à la soudure autogène. Pour assembler des fers de petites dimensions, on a souvent recours à l'emploi de goujons brasés ou emmanchés à force dans une des pièces (fig. 121.)

L'extrémité est rivée, à moins qu'on ait recours à des goupilles traversant la deuxième pièce et le goujon. Pour ne pas affaiblir les pièces, le diamètre des goujons ne doit pas excéder le tiers de celui des pièces.

Pour braser un goujon, on commence par humecter l'intérieur du logement avec quelques gouttes d'eau, on le remplit à moitié avec un mélange de borax et de grenaille de cuivre jaune ou brasure. Le goujon est enfoncé au marteau aussi profondément que possible.

Pour éviter qu'il ne tombe dans le feu, on peut le serrer à l'aide d'un coup de pointeau ou de bédane sur les lèvres du trou.

Le chauffage se fait à feu lent et autant que possible en utilisant du coke.

Le charbon encrasse les pièces.

La fusion de la brasure se produit vers 900°, quand le fer passe du rouge cerise au rouge.

Elle est d'ailleurs indiquée par une flamme violette provenant de cette fusion.

A ce moment, on retire la pièce du feu et on oblige le goujon à occuper l'espace devenu libre, par suite de la fusion de la brasure en frappant dessus à *petits coups* de marteau.

Si l'extrémité du goujon ne porte pas sur le fond après brasure, il risquera de glisser pendant le rivetage, ce qui le débraserait.

Des coups trop énergiques projetteraient le cuivre au dehors.

On laisse refroidir lentement, en ayant soin de ne pas frapper de côté sur le goujon qui se débraserait. S'il est nécessaire de le redresser, on attendra qu'il soit froid.

Pour fixer une tôle ou une pièce peu épaisse sur une barre très épaisse, on peut utiliser des petits rivets prisonniers. On débite des petits goujons en fer rond, on forme ensuite au marteau une tête conique au bout de chaque goujon.

On percera un trou du diamètre de cette dernière et dont la profondeur sera légèrement inférieure à ce diamètre.

On y emmanche la tête du goujon et on oblige le métal à se rapprocher de la tige en exécutant 4 entailles à la langue de carpe, sorte de petit ciseau étroit dont le taillant, très épais, est de forme légèrement arrondie. On achève le sertissage en comprimant le métal autour de la tige à l'aide d'un matoir à gorge.

Dans la fonte, on emploie des goujons taraudés.

28° Leçon

CHAPITRE VI

AGRAFAGE - CALAGE - FRETTAGE

AGRAFAGE :

L'agrafage s'emploie pour les assemblages de fer-blanc et de tôles minces. Il consiste à plier les bords des tôles à assembler de façon à pouvoir emboîter les plis formés l'un dans l'autre.

On fait adhérer l'assemblage ainsi formé au marteau ou à la machine.

Les assemblages agrafés ne présentent pas une étanchéité parfaite, aussi cette opération est-elle souvent suivie d'une application de soudure à l'étain.

On dit alors que les pièces sont agrafées et soudées.

CALAGE :

Le calage consiste à assembler deux pièces, l'une mâle, l'autre femelle, en opérant à froid au moyen d'une presse hydraulique.

La pièce femelle est parfaitement alésée, la pièce mâle parfaitement tournée, très légèrement conique. Elle est engagée de force dans la pièce femelle.

FRETTAGE :

Le frettage consiste à assembler à chaud deux pièces, l'une mâle, l'autre femelle.

Le diamètre intérieur de la pièce femelle est plus faible que le diamètre extérieur de la pièce mâle.

On chauffe la partie femelle de façon que son diamètre augmente par suite de dilatation et on procède à l'assemblage.

Le serrage est obtenu par le refroidissement de l'ensemble.

29° Leçon

CHAPITRE VII

NOTIONS DE SOUDURE

ASSEMBLAGE PAR SOUDURE :

Peu de métaux se soudent à eux-mêmes sans interposition de corps étrangers, aussi est-on obligé de se servir d'alliages fusibles pour réunir deux parties distinctes d'un même métal.

Les alliages constituant les soudures doivent :

- 1° S'allier superficiellement aux métaux à souder ;
- 2° Permettre de réaliser une soudure aussi homogène que possible ;
- 3° voir une température de fusion inférieure à celle des métaux ou alliages métalliques réunis.

Une soudure adhérant bien au métal sur lequel on la pose, doit couler sur la surface préparée pour la recevoir et gagner de proche en proche à partir du point où elle a été posée comme par capillarité.

Les soudures employées par les Compagnies de Chemins de Fer ont les compositions suivantes :

Designation des soudures	Compositions	
Soudure de chaudronnier ou brasure	Soudure jaune forte :	Cuivre 53 Zinc 47
	Soudure grise tendre :	Cuivre 49 Zinc 51
Soudures à l'étain	Soudure de zingueurs (F) :	Plomb 60 Etain 40
	Soudure de plombiers (P) :	Plomb 66 Etain 34
	Soudure de ferblantiers (F) :	Plomb 54 Etain 46
	Soudure d'électricien (E) :	Plomb 40 Etain 60

Les brasures livrées sous forme de grenailles portent suivant la grosseur des grains, les numéros 1, 2, 3, 4.

Ces numéros sont définis par le tableau ci-après, dans lequel les numéros de tamis indiquent le nombre de mailles comptées sur une longueur de toile métallique égale à un pouce français ($27,75 \frac{m}{m}$).

Numéros caractérisant la grosseur des grains	Numéros des tamis à travers lesquels doivent passer les grains	Numéros des tamis à travers lesquels ne doivent pas passer les grains
1	16	20
2	10	12
3	6	8
4	4	6

Les surfaces à souder doivent être nettoyées au péalable à l'aide d'outils coupants : grattoirs, limes. Il faut éviter l'emploi de toile émeri, dont les grains sont fixés avec de la colle, qui encrasserait les parties frottées.

On doit étendre la préparation un peu au delà de la partie à souder pour éviter toute trace de matière grasse ou autre qui pourrait nuire à l'exécution de la soudure.

Pendant la soudure, des oxydes se forment. Pour les éliminer, il faut avoir recours à un décapant.

Le décapant, pour être réellement efficace, doit réduire les oxydes formés, surtout avant et juste au moment de la fusion de la soudure employée.

Pour les soudures à l'étain, on emploie le chlorure de zinc, le sel ammoniac, la résine pure, la stéarine, le suif bien propre.

Si l'ensemble doit être nickelé ultérieurement, on emploie de préférence le sel ammoniac. Pour les brasures, on emploie du borax.

30^e Leçon

SOUDURES A L'ÉTAİN :

La soudure à l'étain sert à la réunion de pièces métalliques dont on recherche surtout l'étanchéité. Cette soudure a une résistance mécanique très faible.

On commence par bien nettoyer les surfaces à souder. On dépose le décapant. Après avoir frotté un fer à souder chauffé au rouge très sombre sur la pierre de chlorure d'ammonium pour le décaper, on l'étame en étendant un peu de soudure.

On passe ensuite ce fer sur les surfaces à souder en y faisant fondre un peu de soudure d'étain.

Il faut bien étamer les surfaces à souder avant de les charger en épaisseur.

BRASAGE :

Le brasage est une opération qui a pour but de réunir des métaux semblables, ou même de compositions différentes, d'une façon très solide au moyen d'un alliage plus fusible que le plus fusible des deux métaux à braser, cet assemblage possédant toutefois une résistance mécanique assez grande.

Le métal ou l'alliage prend le nom de brasure.

La brasure est employée en fil, en baguettes, en plaques, en grains ou en poudre.

Le décapant utilisé est le borax.

La méthode à suivre est généralement celle-ci :

On commence par nettoyer les parties qui devront recevoir la brasure.

Dans la préparation, il faut émousser les angles et même parfois les chanfreiner, car les arêtes vives facilitent les amorces de rupture.

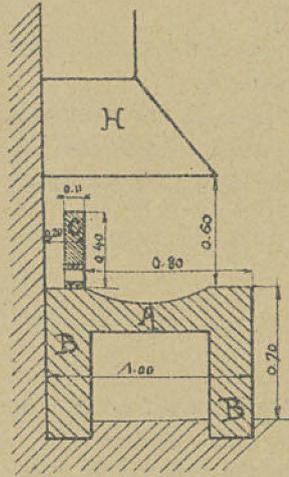
On garnit ensuite les surfaces préparées avec du borax et on interpose la brasure entre ces surfaces.

On réalise ensuite un assemblage provisoire à l'aide de fils de fer ou de brides.

Les pièces ainsi préparées sont alors chauffées, soit sur un feu de coke ou de charbon de bois, soit à l'aide d'une lampe à braser, soit au moyen de morceaux de fer rougis au feu.

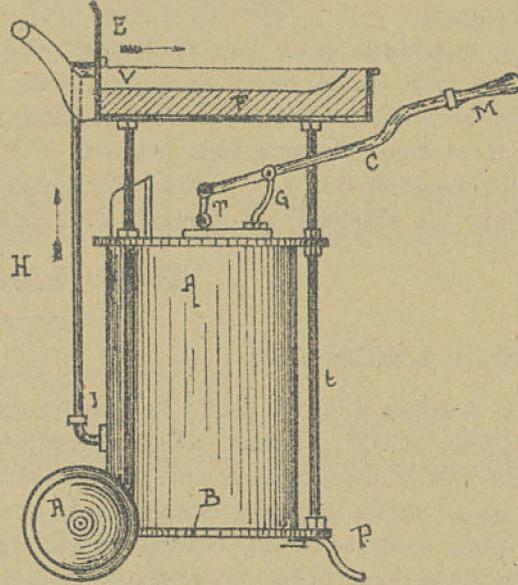
Aussitôt que la brasure est complètement fondue, on cesse le chauffage et on laisse refroidir doucement.

OUTILS DE FORGEAGE

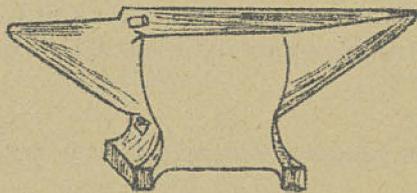


Forge maréchal : fig 1

A : Paillasse - B : table
C : Contre-feu - H : hotte



Forge portative : fig 2



Enclume : fig 3

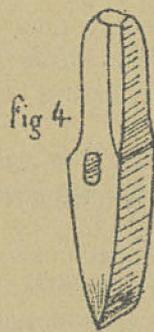


fig 4

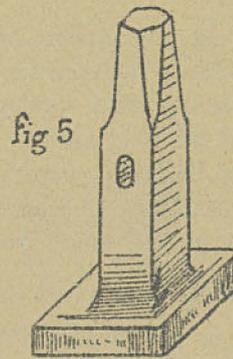


fig 5

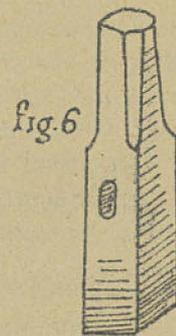


fig 6

Tranche . Chasse à parer , carrée

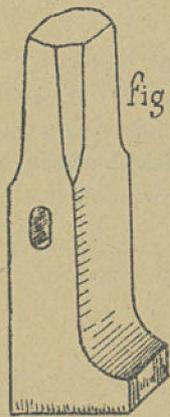


fig 7

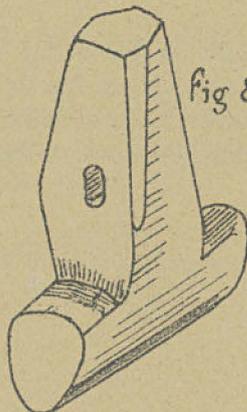


fig 8

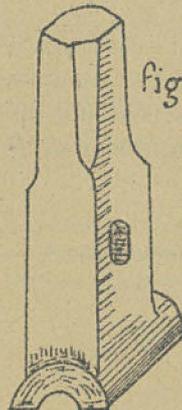


fig 9

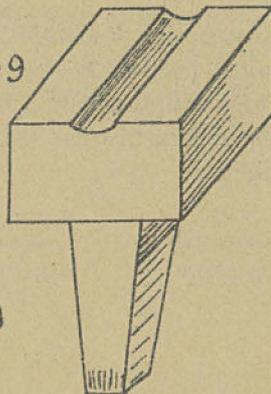


fig 10

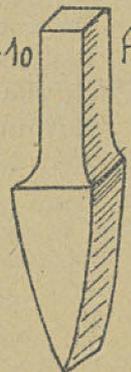


fig 11

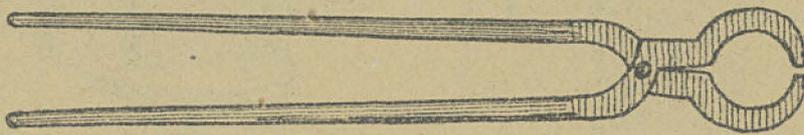
Chasse à talon - Degorgeoir - Etampe - Contre-étampe - Tranchet d'enclume.

OUTILS DE FORGEAGE

Tenailles droites : fig 12



à boulerolles : fig 13



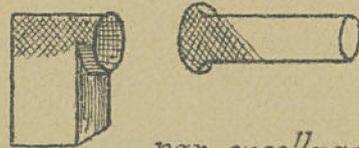
coudées : fig 14



Différentes sortes de soudures



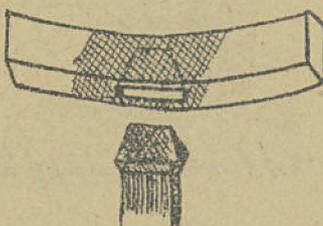
Soudure en bout : fig 15



par encollage : fig 16



soudure croisée : fig 17

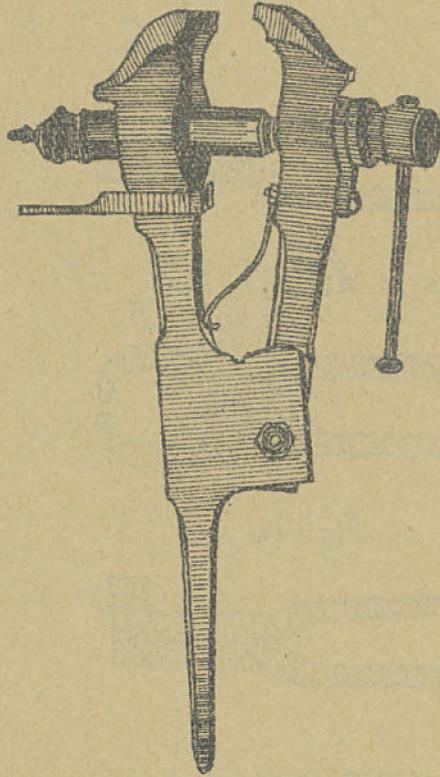


en gueule de loup : fig 18

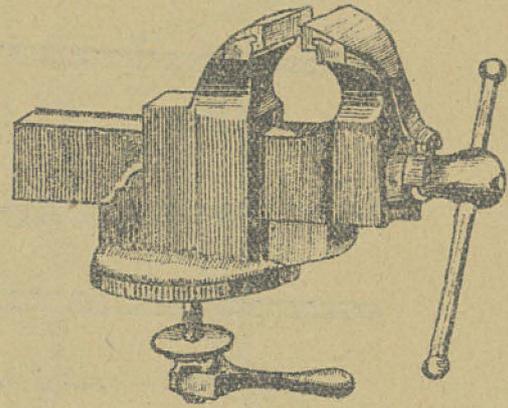


par recouvrement à plat : fig 19

ETAUX —



Etau à pied : fig 20

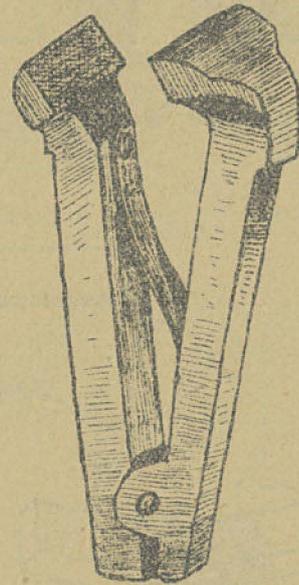


Etau à serrage parrallèle : fig 21



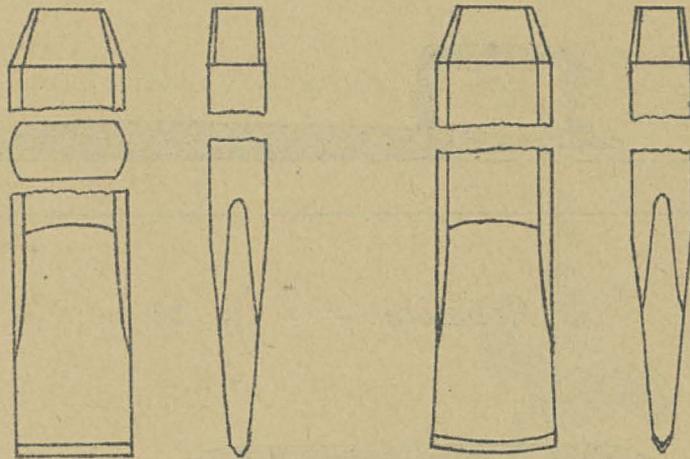
Etau à main

fig 22



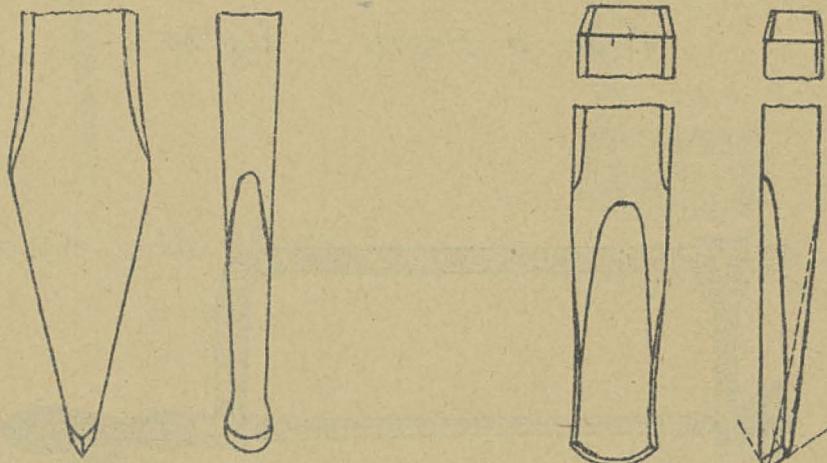
Etau à chanfreiner fig 23

OUTILS D'AJUSTEUR.



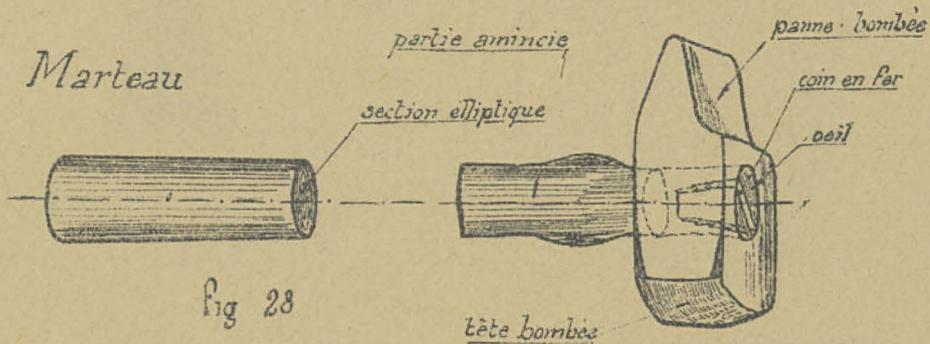
Burin : fig 24

Bedane : fig 25

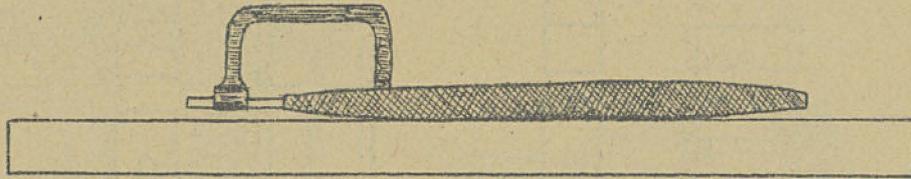


Gouge pleine : fig 26

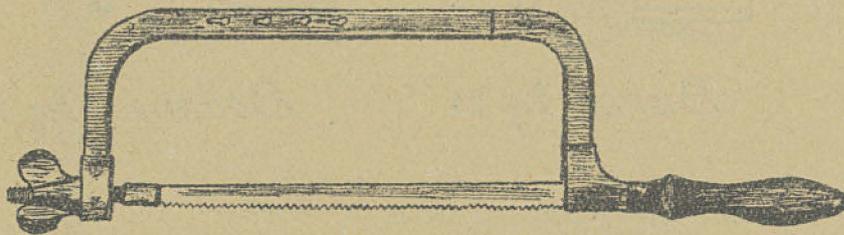
Gouge creuse : fig 27



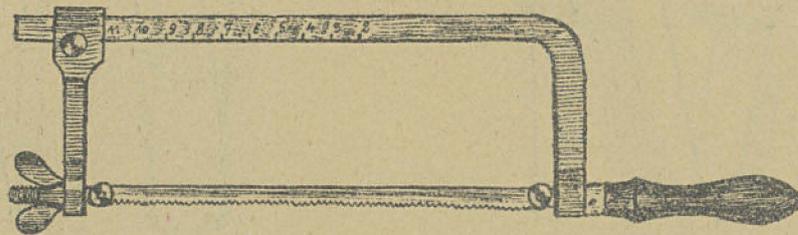
OUTILS D'AJUSTEUR —



— Arbalète — fig 29



Scie à main fig 30

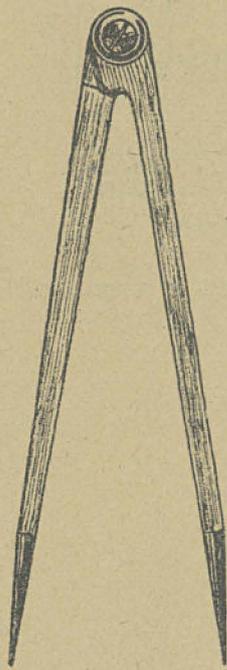


Scie à main : fig 31

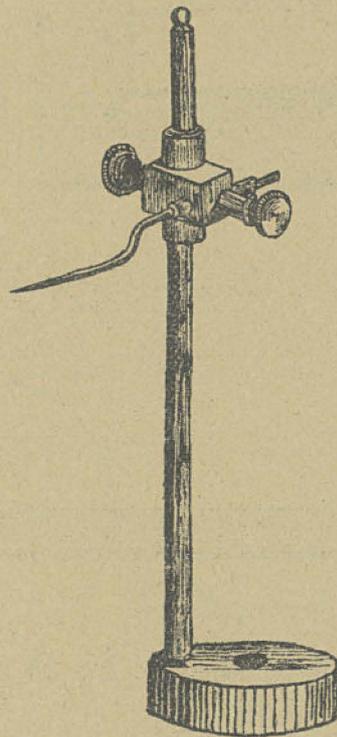
INSTRUMENTS de TRACAGE et VERIFICATION



Pointe à tracer : fig 32



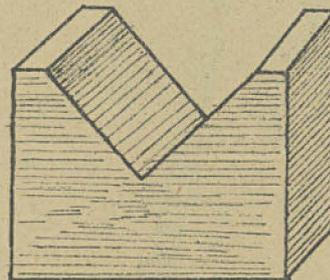
Compas à pointes sèches : fig 33



Trusquin : fig 34

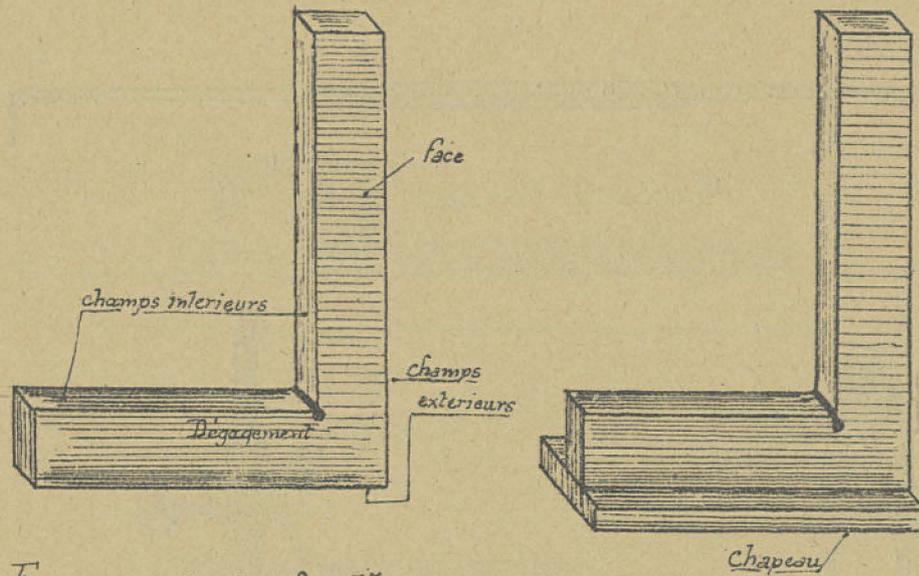


Vérin : fig 35



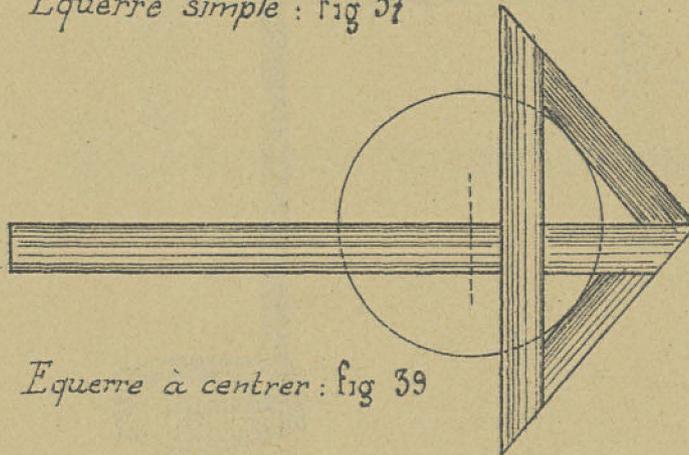
Vés : fig 36

INSTRUMENTS de TRACAGE et VÉRIFICATION

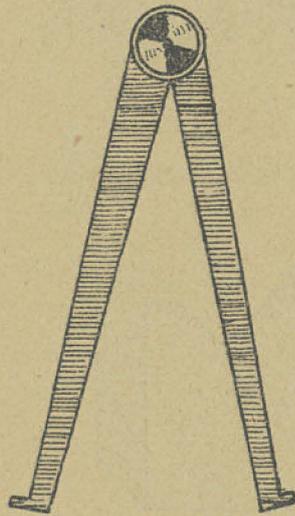


Équerre simple : fig 37

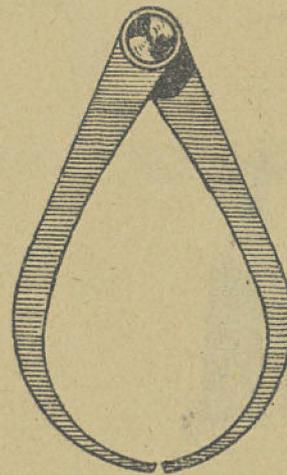
Équerre à chapeau : fig 38



Équerre à centrer : fig 39

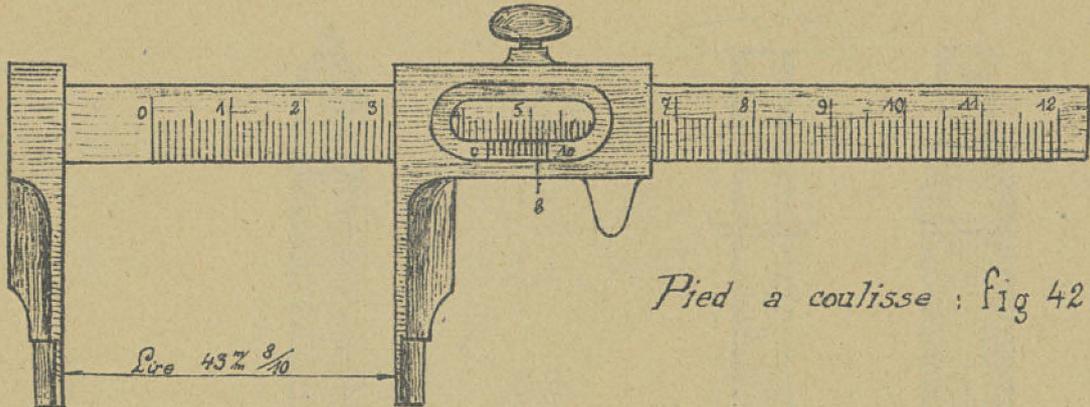


Compas d'intérieur : fig 40

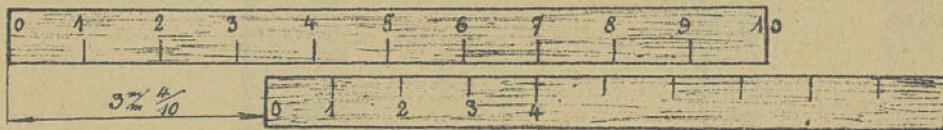


Compas d'extérieur : fig 41

OUTILS de TRACAGE et VERIFICATION



Pied a coulisse : fig 42



Lecture au vernier : fig 43

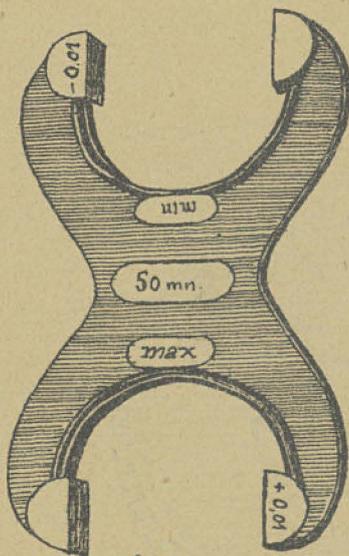


fig 44

Calibre-machoirs a tolerance

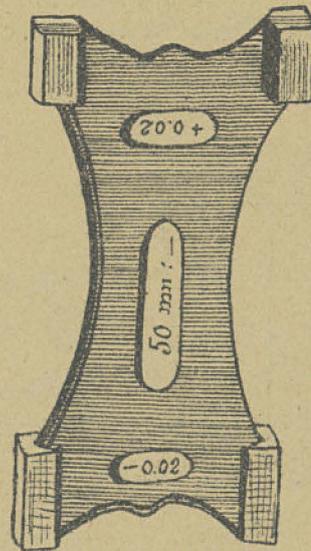
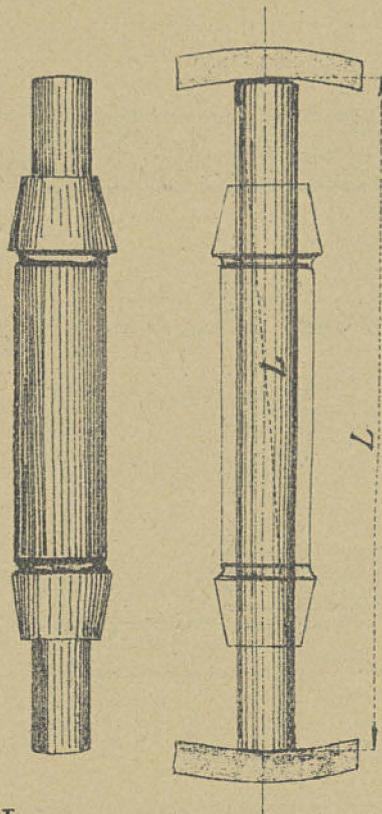


fig 45

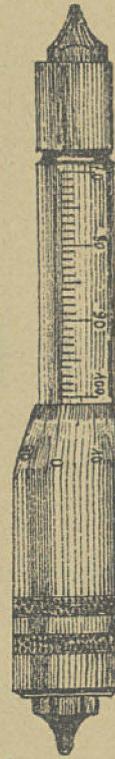
Jauge plate a tolerance

INSTRUMENTS de TRAÇAGE et VERIFICATION



Jauge de longueur : fig. 46

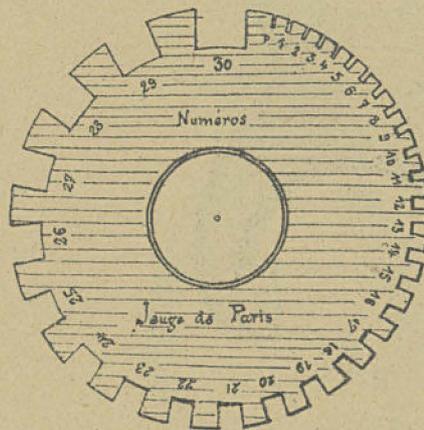
employée à la vérification d'un alésage -



Jauge extensible fig. 47

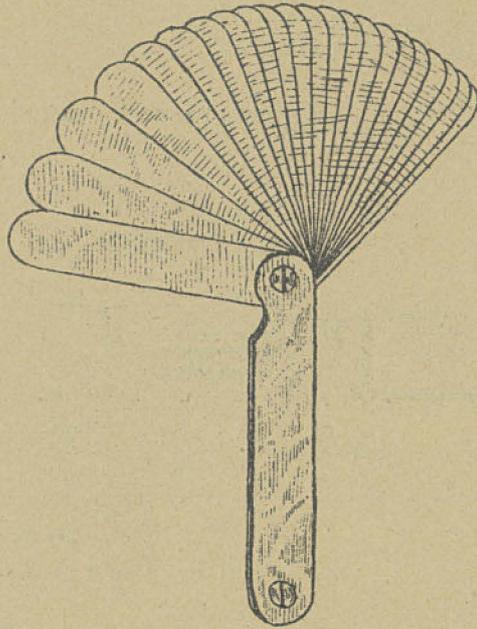


Jauge pour fils de fer fig 48

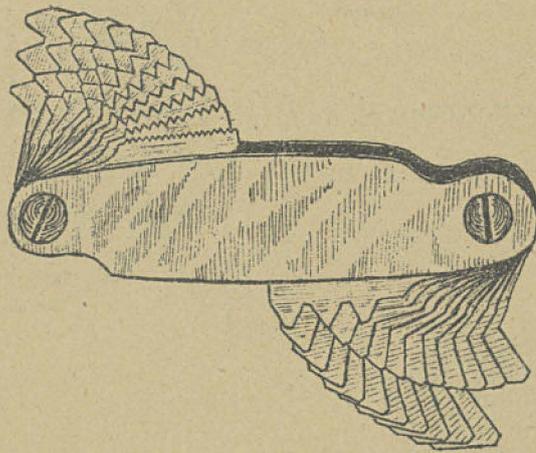


Jauge de Paris fig 49

INSTRUMENTS de TRACAGE et VERIFICATION

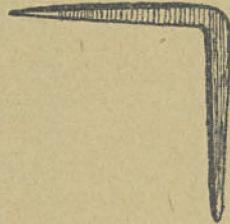


Jauge d'épaisseur : fig . 50

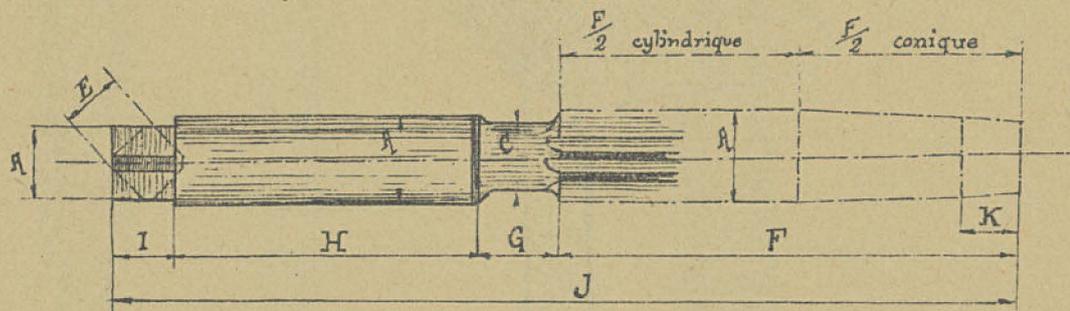


Jauge pour pas de vis : fig 51

- ALÈSAGE -

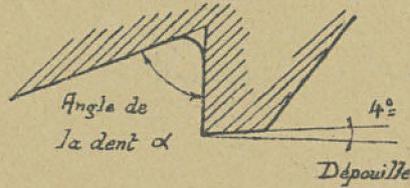


Eguarri-soir carré fig. 52

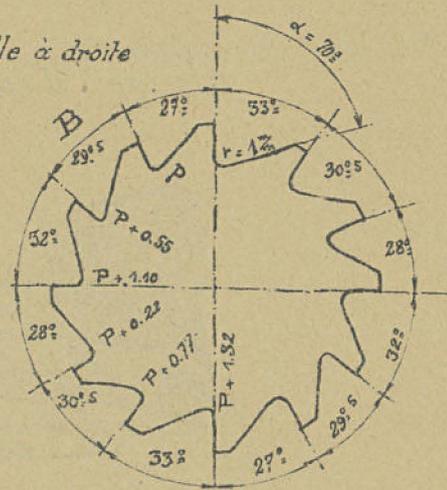


H : Partie guide trempée et rectifiée
F : Partie taillée

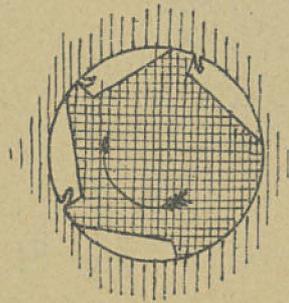
Détail d'une dent



Taille à droite

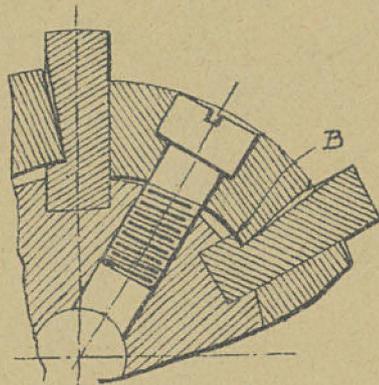
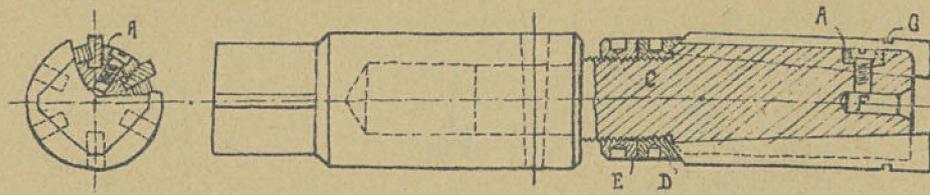


Alèsoir cylindrique à main pour ajusteurs - fig 53

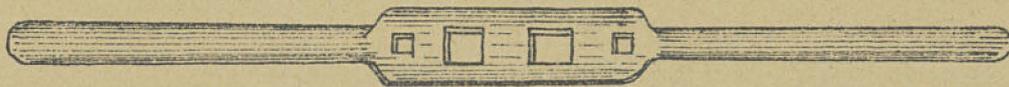


Alèsoir à dos fig 54

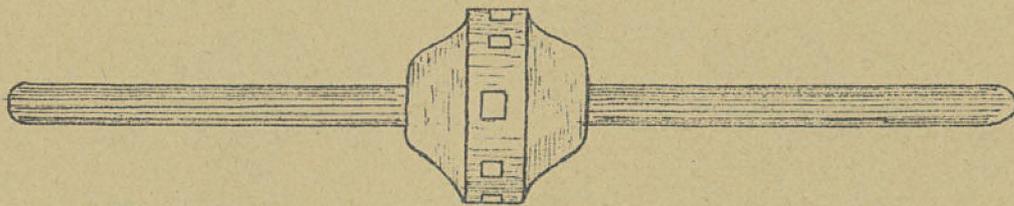
ALÈSAGE



Alésoir extensible. fig 55



Tourne à gauche ordinaire fig 56

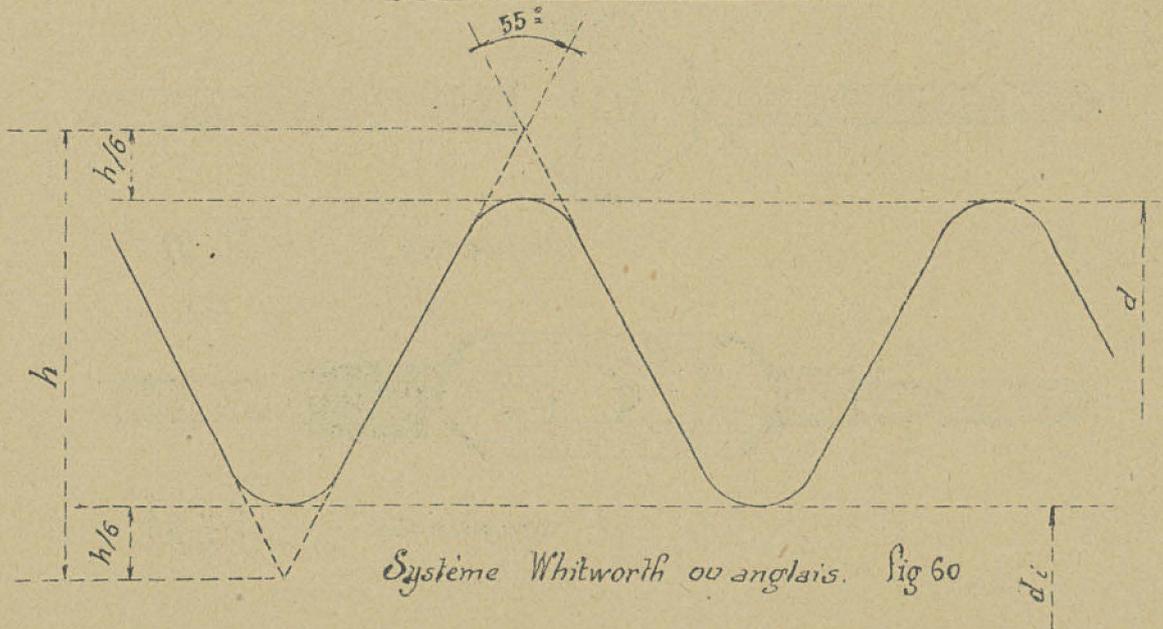
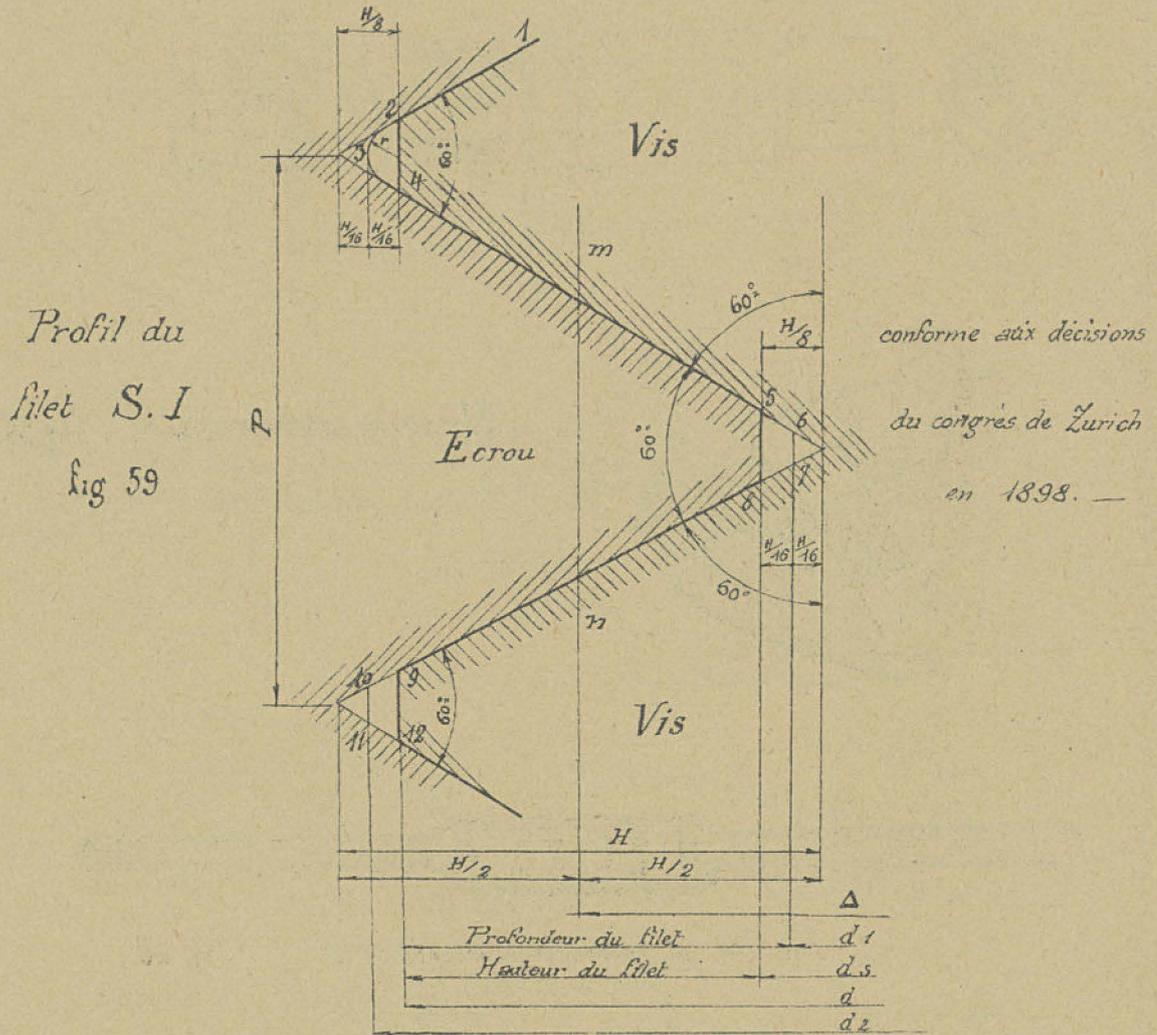


Universel fig 57

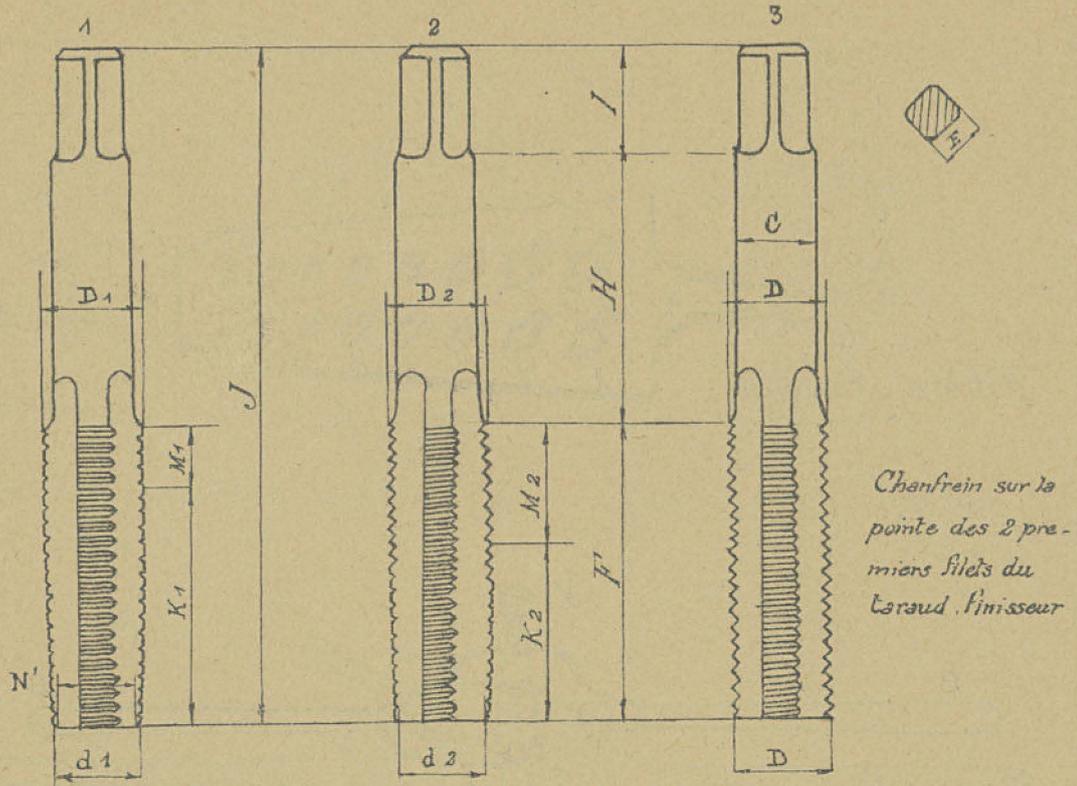


à coussinets fig 58

PROFILS de FILETS



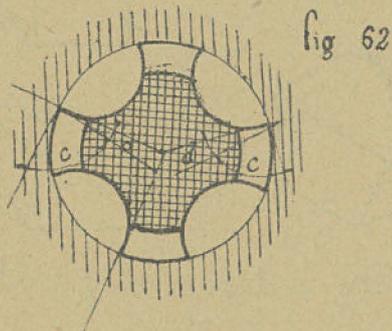
TARAUDAGE et FILETAGE



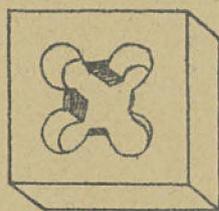
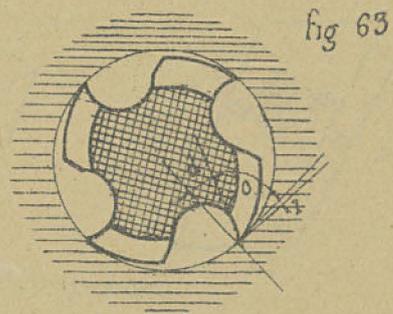
Chanfrein sur la
pointe des 2 pre-
miers filets du
taraud finisseur

Jeu de tarauds ordinaires fig 61

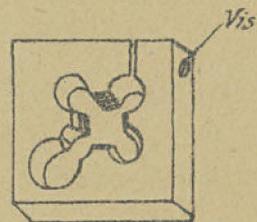
Section de taraud à filets
concentriques



Section de taraud à filets
excentriques

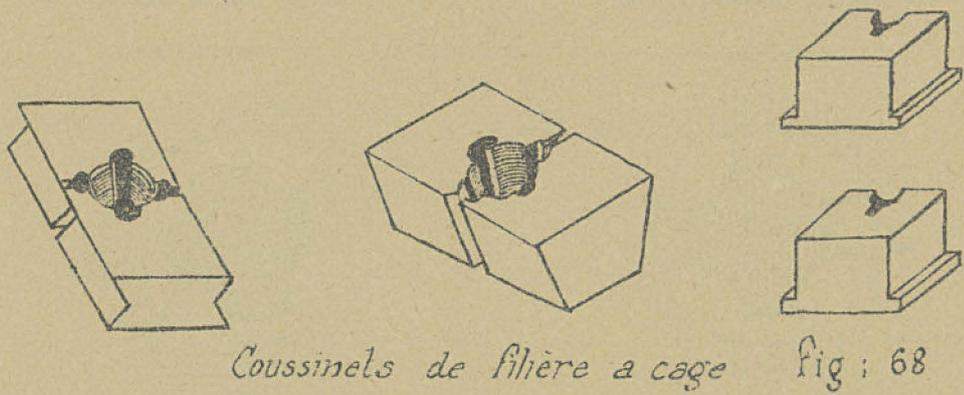
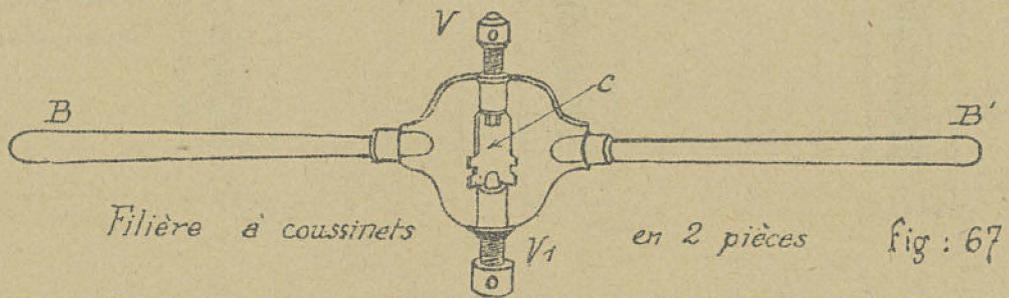
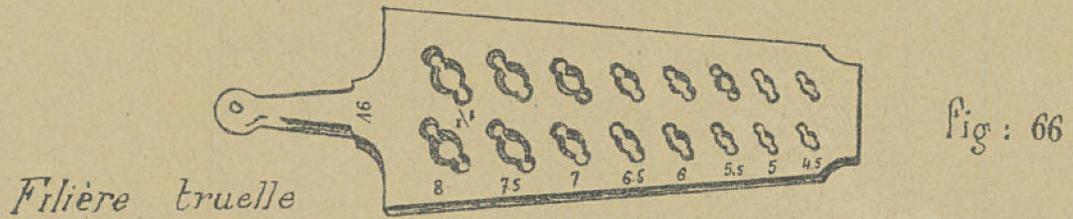


Ecrou fileté : fig 64

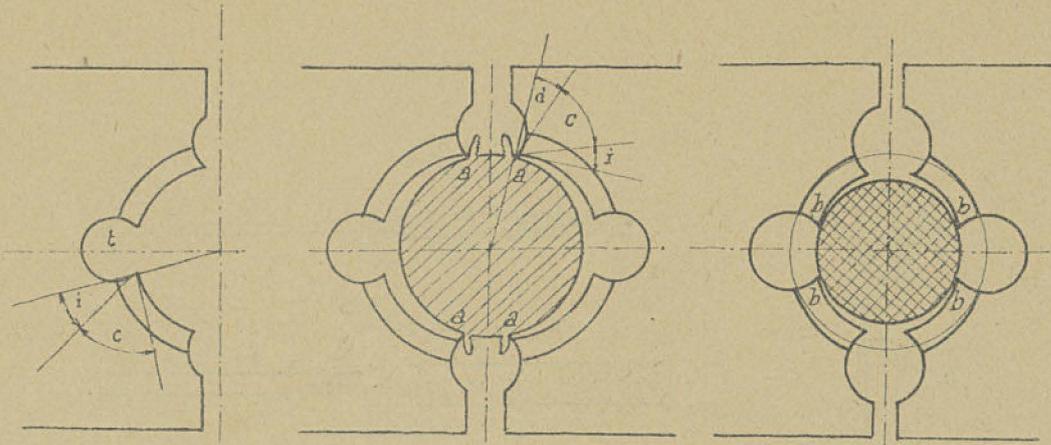


Ecrou fileté extensible
fig 65

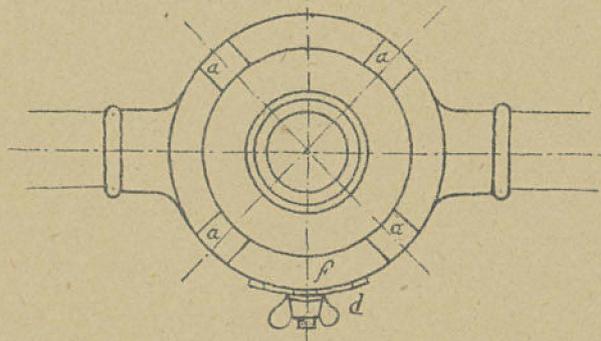
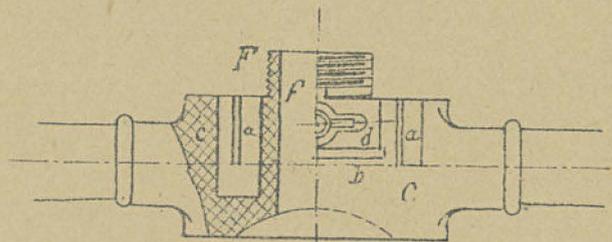
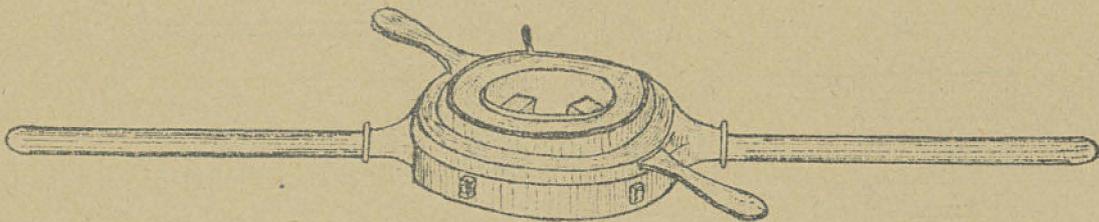
- TARAUDAGE et FILETAGE -



FILETAGE

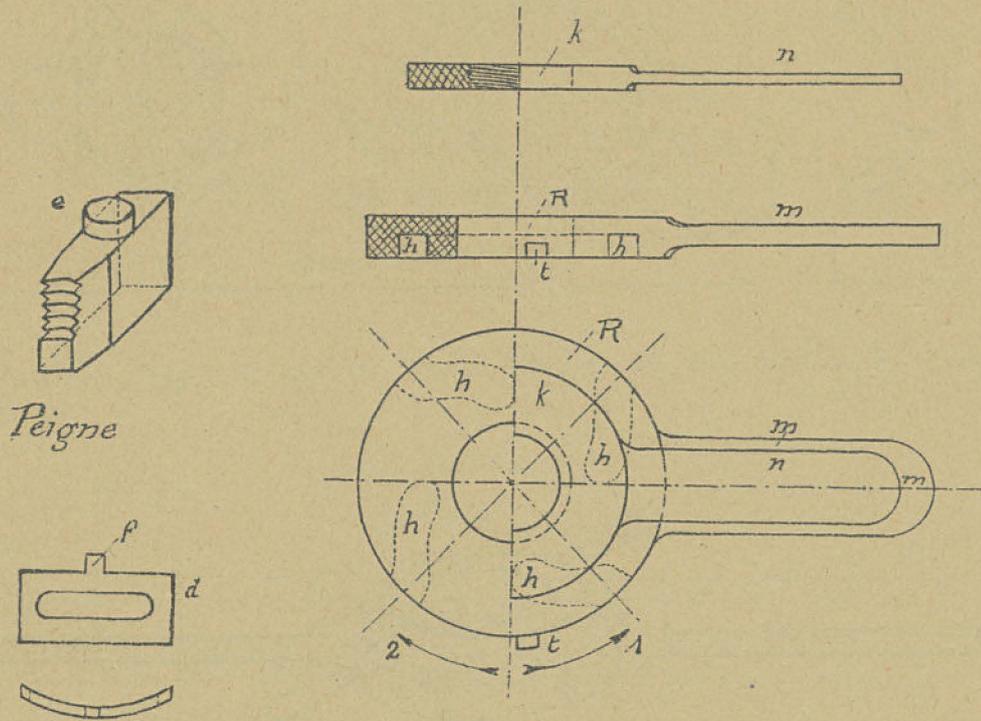


Mode d'action des coussinets d'une filière à cage : fig 69



Filière à peignes : fig 70

— FILETAGE —



Filière à peigne : fig 70

ASSEMBLAGES à CLAVETTES

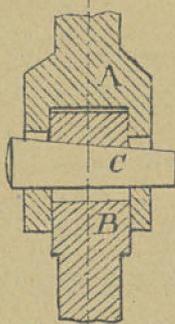


fig: 71

à simple pente

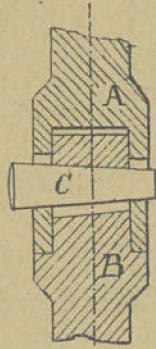


fig: 72

à double pente

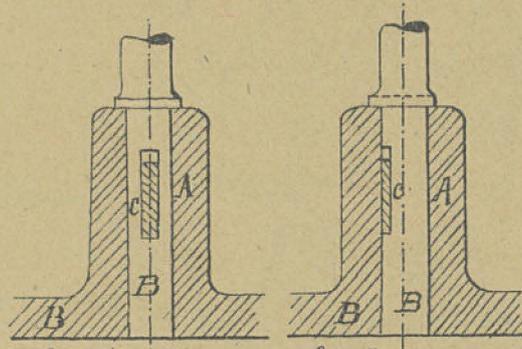


fig 73

fig 74

Fixation d'une tige par clavette :
 - traversante - - rasante -

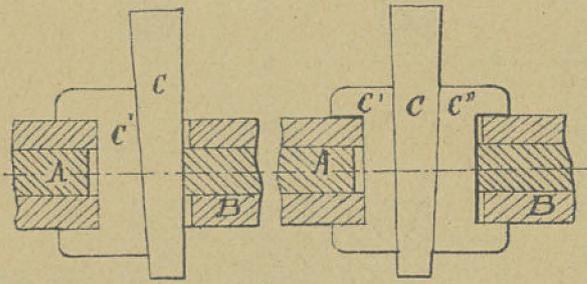
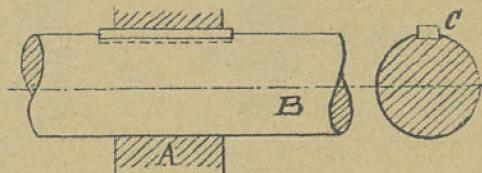


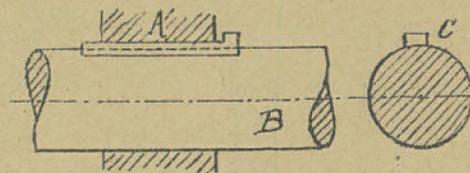
fig 75

fig 76

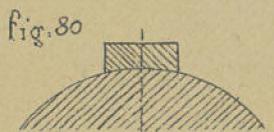
Assemblage avec clavette
 et contre-clavettes - 2 contre-clavettes



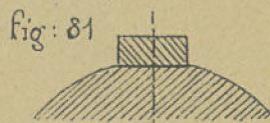
Clavette à talon fig 77



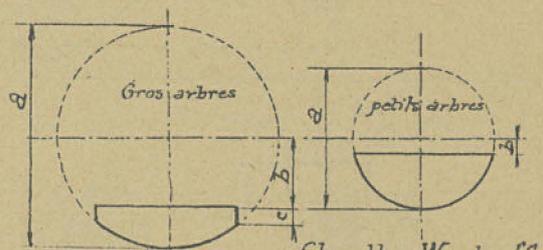
Languette fig 78



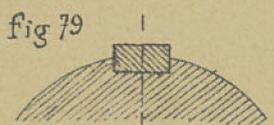
Clavette à friction



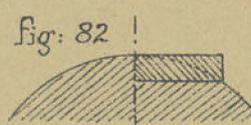
à meplat



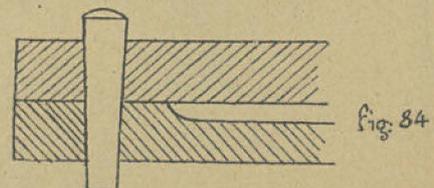
Clavette Woodruff



encastrée



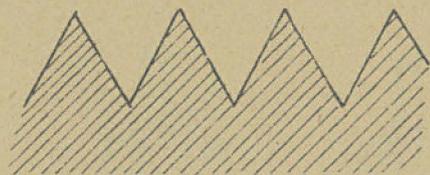
tangentielle



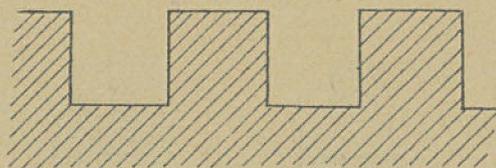
Goupille de repérage

DIFFERENTES FORMES de FILET fig 85

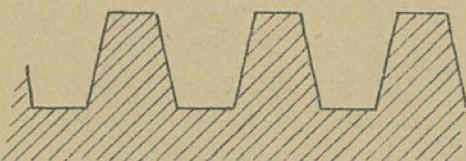
Filet triangulaire



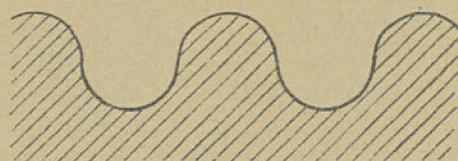
Filet carré.



Filet trapézoïdal



Filet rond



VIS d'ASSEMBLAGE. fig 86

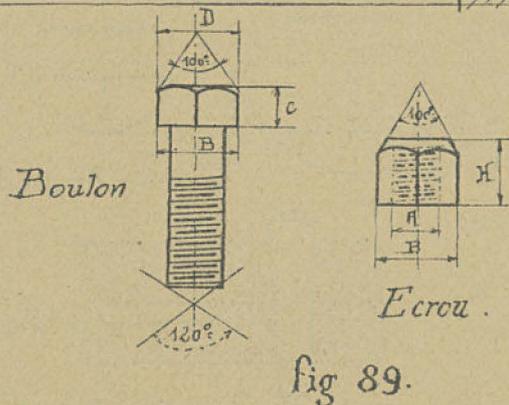
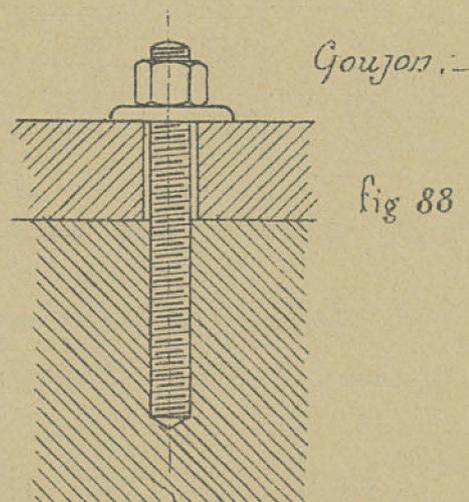
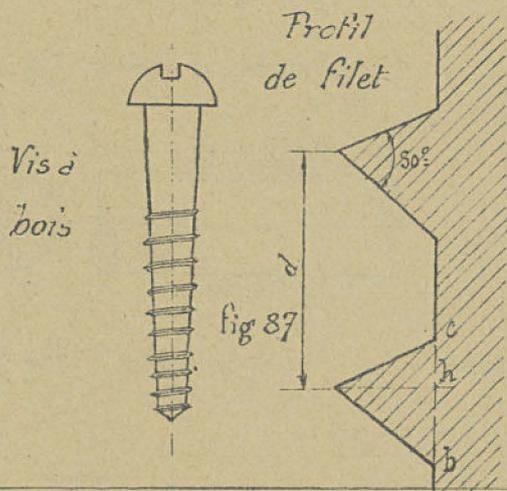
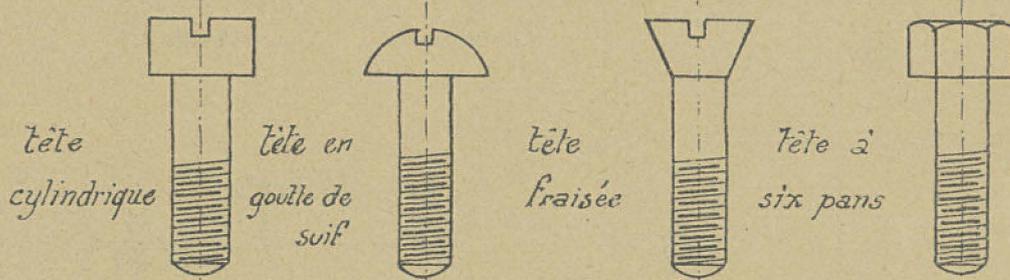
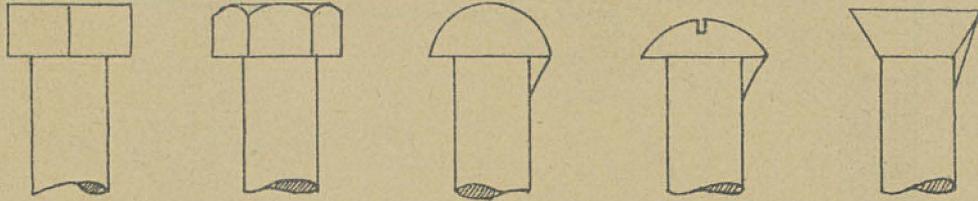
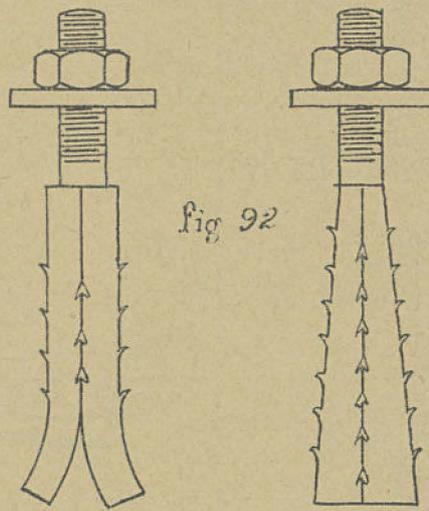
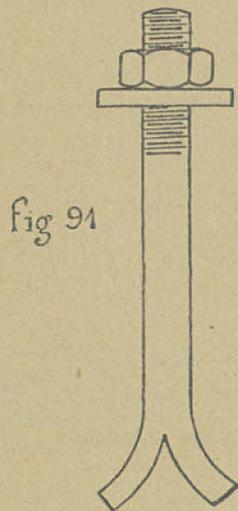


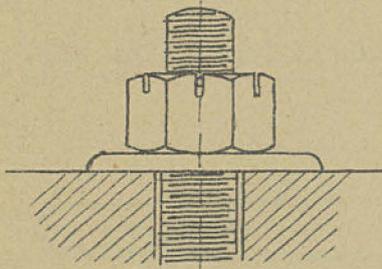
fig: 90 *Différentes formes de têtes de boulons*
carrée hexagonale sphérique goutte de suif fraisée



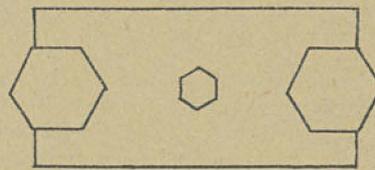
Boulon de scellement en queue de carpe *avec bavures saillantes*



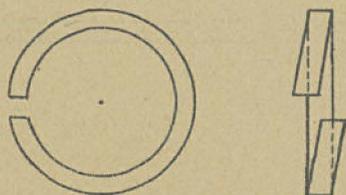
Eerou goupille fig 93



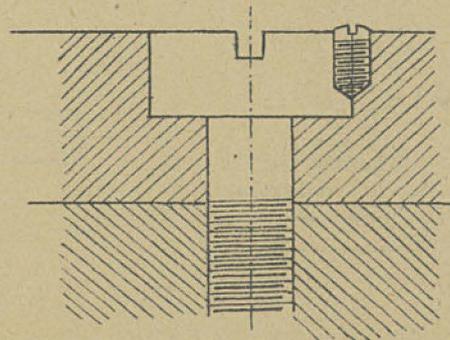
Plaque frein : fig 94



Rondelle Grower fig 95



Goujon arrêtoir fig 96



Coup de poinçon

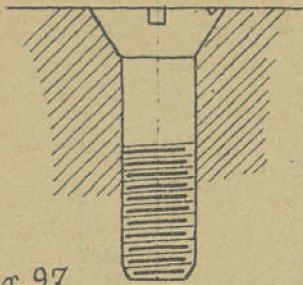
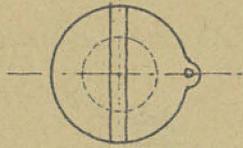
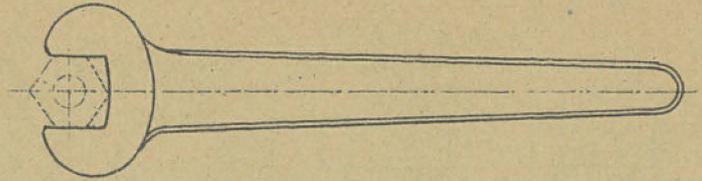


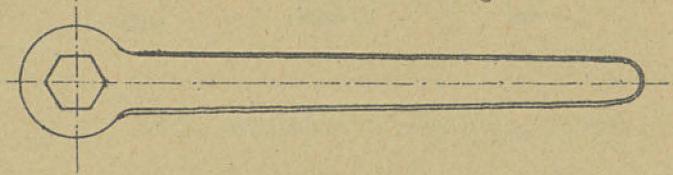
fig 97



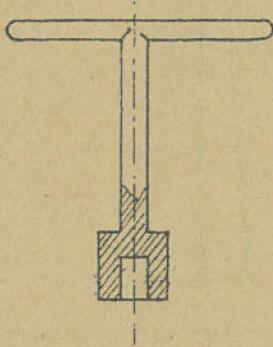
Clé droite : fig 98



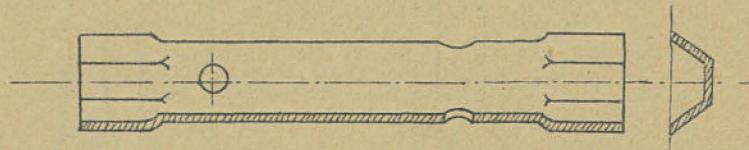
Clé fermée : fig 99



Clé à douille fig 100



Clé en tube d'acier fig 101



Clé à griffes

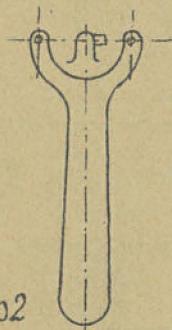
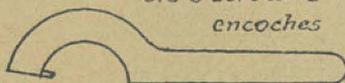
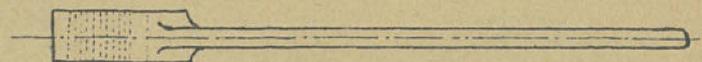
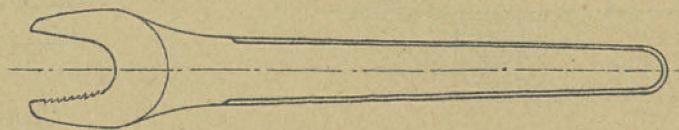


fig 102

Clé d'écrou à encoches

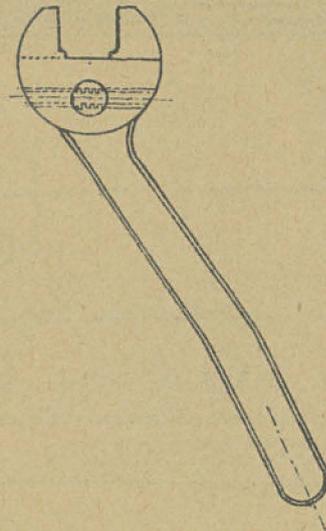
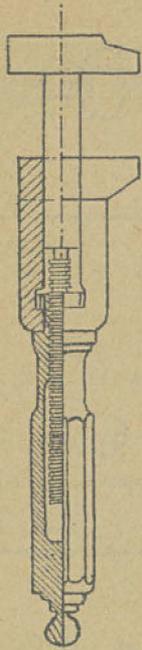


Clé à griffes pour tubes fig 103

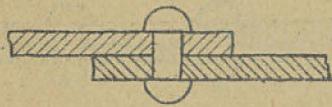


Clé anglaise fig 104

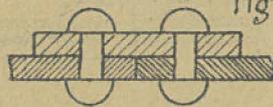
Clé à molette fig 105



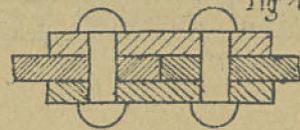
Rivure à clin fig 106



à-couvre joints fig 107



à double couvre-joints fig 108



Rivure simple

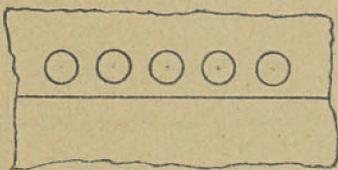


fig 109

en échelle en chaîne

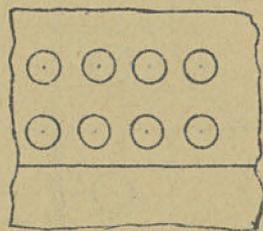


fig 110

en quinconce.

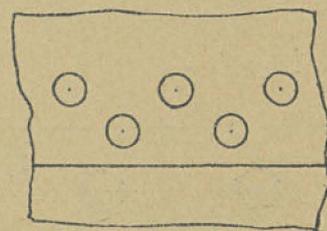
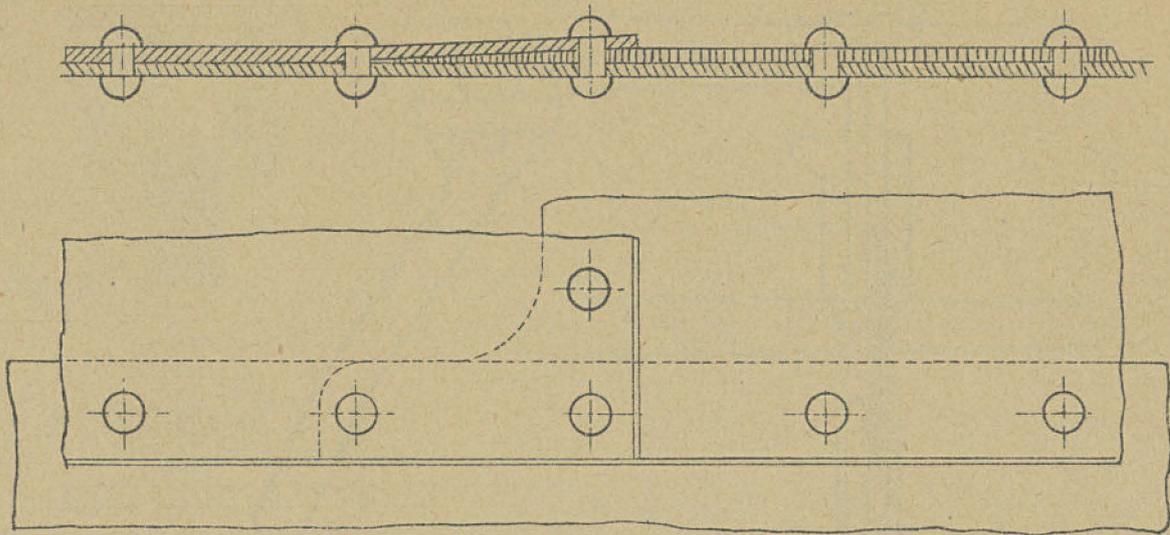
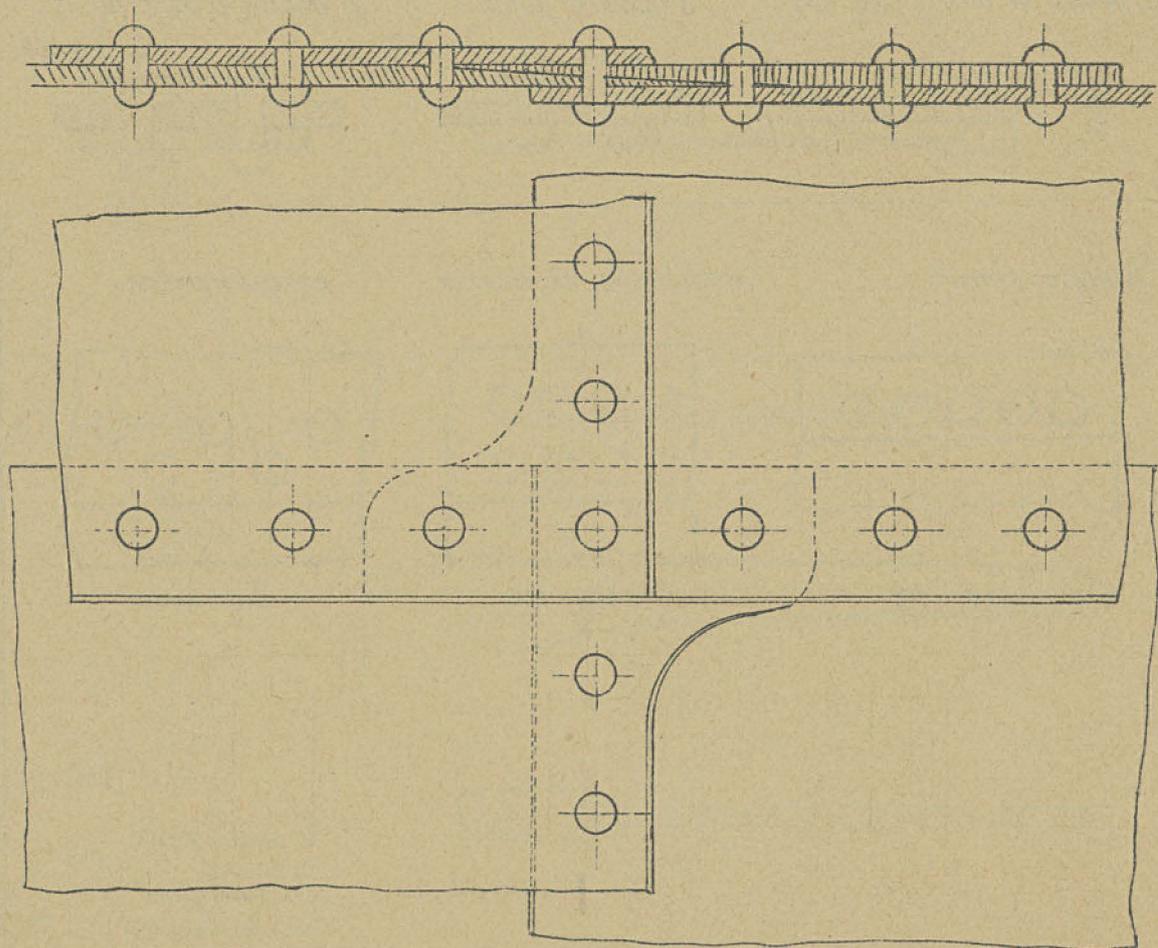


fig 111

Pince de trois tôles : fig 112



Pince de quatre tôles : fig 113



Assemblage de tôles d'équerre fig 114



Assemblage de tôles parallèles

par courbure d'une tôle

avec fourrure interposée

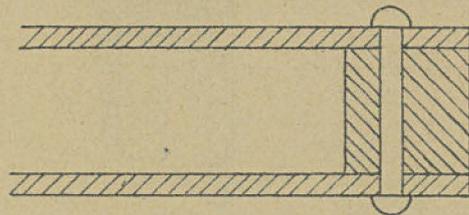
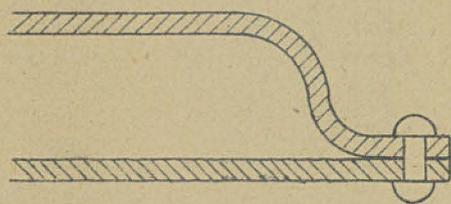
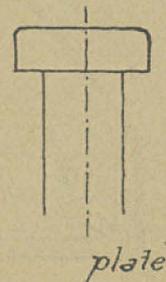
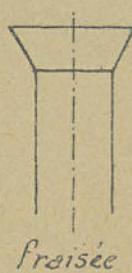
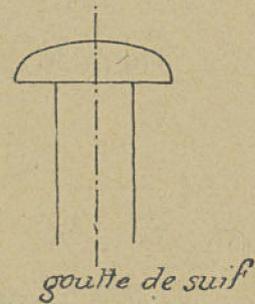
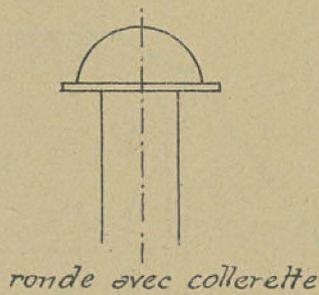
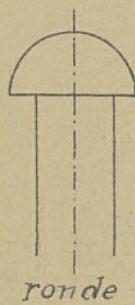
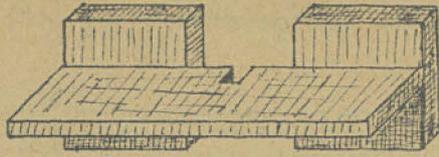


fig 115

fig 115

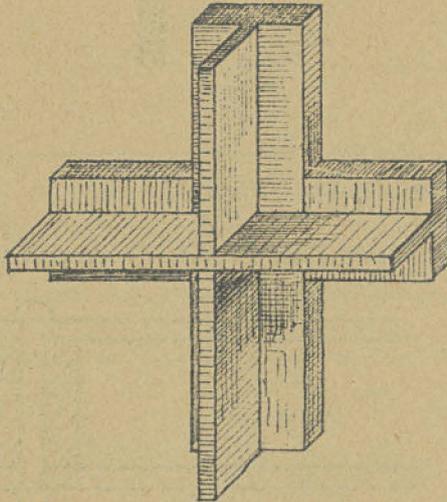
Têtes de rivets fig 116





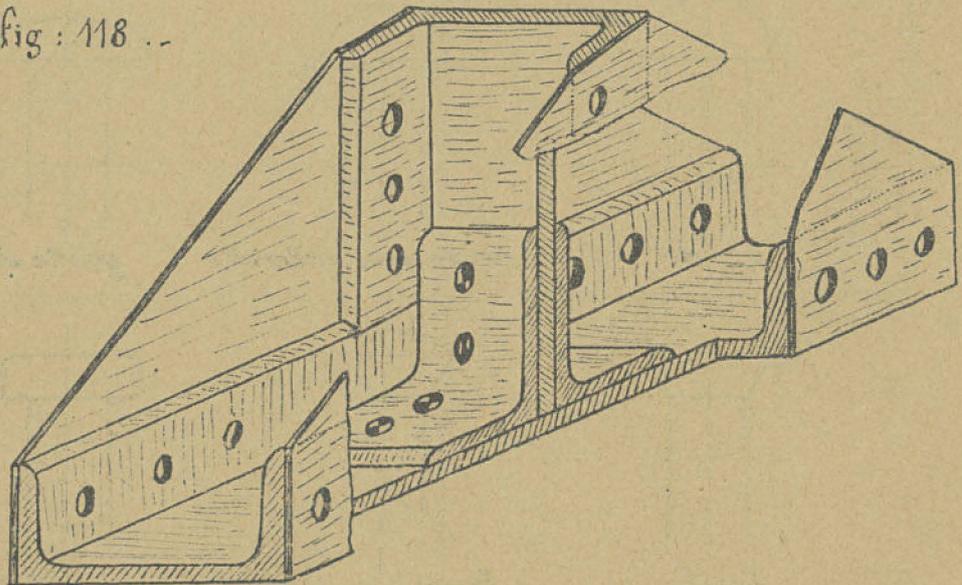
Assemblage de fers T

fig : 117



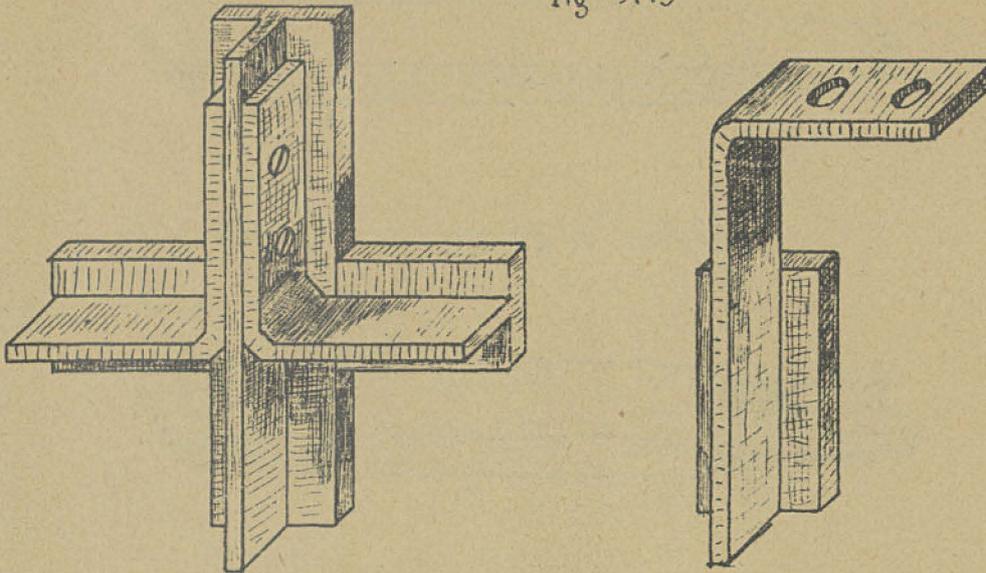
Assemblage de fers : U

fig : 118 ..



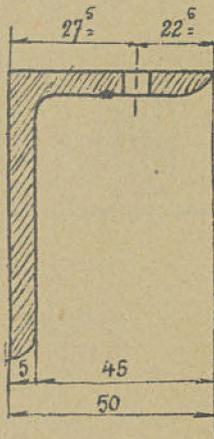
Assemblage de fers T avec âme repliée

fig 119



Percage d'une aile de cornière

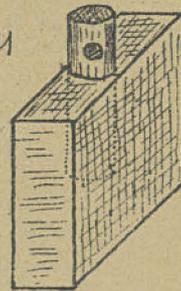
fig 120



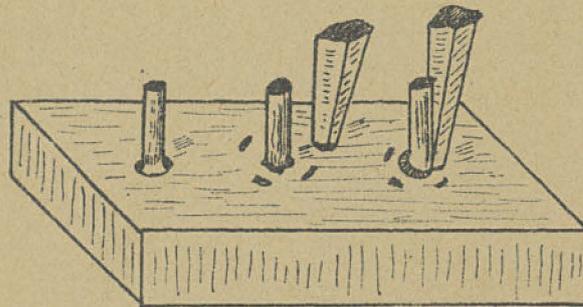
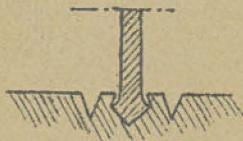
Assemblage par goujon
brasé et goupille



fig 121



Sertissage de prisonniers fig : 122



Langue de carpe : fig 123



Maton à gorge : fig 124



Différentes sortes d'agrafage fig 125

