



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

RÉSUMÉ THÉORIQUE

**MODULE 3 : TRAVAUX PRATIQUES
(AJUSTAGE)**

Secteur : FABRICATION MÉCANIQUE

Spécialité : BAC. PRO. F.M.

Niveau : TRONC COMMUN INDUSTRIEL BAC PRO

Document élaboré par :

CDC GM

DRIF

Révision linguistique

-
-
-

Validation

- **ETTAIB Chouaïb**

-
-

MODULE 3 : TRAVAUX PRATIQUES (AJUSTAGE)

Durée module : 30 h

Durée Résumé Théorique : 15 h

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, l'élève doit **exécuter des travaux pratiques d'ajustage de pièces métallique** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

PRESENTATION

L'objectif de module est de faire acquérir les connaissances et habiletés relatives à l'ajustage de pièces mécaniques simples. Il vise donc à rendre l'élève apte à manipuler manuellement des outils et des équipements pour effectuer des opérations simples d'ajustage et d'assemblage.

CONTEXTE DE REALISATION

- A partir :
 - Plan simple
 - Consignes et instructions particulières
- A l'aide :
 - Pièces primaires
 - Outillage de contrôle
 - Outillage manuel
 - Accessoires spécifiques
 - Eléments de sécurité liés au poste de travail
 - Perceuse à colonne
 - Ilot de traçage
 - Etabli équipé d'étau

REFERENCES

- Notes de cours
- Manuel de TP
- Sites Internet
- Livres scolaires et guides techniques

PRECISION ET PREALABLES**ELEMENTS DE CONTENU**

A. Interpréter le plan et les instructions utiles au travail à exécuter	<ul style="list-style-type: none">- Lecture de dessin d'une pièce simple :<ul style="list-style-type: none">➤ Lecture des formes : prismatique et cylindrique➤ Lecture des dimensions : les cotes et les tolérances géométriques- Cahier de charge d'une production : quantité, qualité et délai- Désignation des outils- Décomposition du travail en opérations élémentaires et définition des besoins en matériaux et outils- Définition du mode opératoire
B. Organiser le poste de travail	<ul style="list-style-type: none">- Application des règles d'hygiène- Mesures de protection individuelle et collectives à respectées à chaque poste de travail- Nettoyage du poste après chaque travail- Consignes au poste de travail- Préparation de l'outillage d'exécution : bons de sortie magasin outillages- Préparation du poste de travail (étau à la hauteur du coude) : conditions de travail (lumière, bruits,...)- Rangement de l'outillage (chaque chose à sa place)-
C. Effectuer divers travaux d'établi tels que : Sciage Traçage Pointage Perçage Taroudage manuel Alésage Limage	<ul style="list-style-type: none">- Positionnement et fixation des pièces : étau d'établi et sur machine (perceuse)- Manipulation des outils à main- Entretien et maintenance du matériel- Méthodes et techniques d'exécution :<ul style="list-style-type: none">➤ Sciage : choix de la denture, montage de la lame, mode opératoire➤ Traçage : choix de surfaces de références, modes de traçage : traçage à plat et en l'aire➤ Pointage : cas à étudier : pointage pour un éventuel sciage ou perçage➤ Perçage : type de machines utilisées, montage et démontage de forêts, conditions de coupe et mode opératoire➤ Taroudage manuel : types de tarauds, préparation de l'avant trou et conduite de l'opération➤ Alésage à la main et sur machine : types d'alésoirs, préparation de l'avant trou (cylindrique et conique) et conduite de l'opération➤ Limage : position devant l'étau, serrage de la pièce en étau. la prise de la lime et sa position par rapport à la pièce et le mouvement de coupe.- Applications : limage d'un plan, d'un plan parallèle, d'un plan perpendiculaire et éventuellement d'un plan oblique, surfaces concaves et convexes, perçages, taroudages, alésages, montage, ...
D. Contrôler le travail réalisé	<ul style="list-style-type: none">- Ebavurage des surfaces- Nettoyage de la pièce- Qualité du produit- Contrôle de la planéité, de la perpendicularité et du parallélisme.- Utilisation des instruments de mesure :<ul style="list-style-type: none">➤ Pied à coulisse➤ Jauge de profondeur➤ Marbre➤ Equerre

Contenu

SCIAGE	6
A) LE SCIAGE À LA MAIN	6
B) LE SCIAGE MÉCANIQUE	10
TRAÇAGE.....	12
POINTAGE.....	25
PERÇAGE	27
ALÉSAGE MANUEL	55
TARAUDEGE ET FILETAGE	62
TARAUDEGE.....	63
FILETAGE À LA MAIN.....	71
LIMAGE.....	73

SCIAGE

Les opérations de sciage recouvrent : la coupe à la longueur, le détournage des pièces, les petites opérations (fente, dégagement d'angle).

Le sciage est généralement une opération d'ébauche des pièces mécaniques.

A) LE SCIAGE À LA MAIN

Procédé utilisé lorsque les dimensions et le nombre de pièces à couper ne justifient pas l'utilisation d'une machine.

1) Choix de la denture

Pour obtenir une coupe rapide, utiliser la plus grosse denture possible.

Exemple :

Métaux ferreux : 8 dents / cm

Fonte

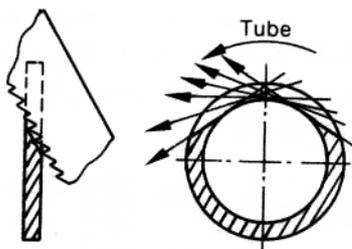
Aluminium dont épaisseur > 4 mm

Tubes profilés 10 dents / cm : épaisseur > 2 mm

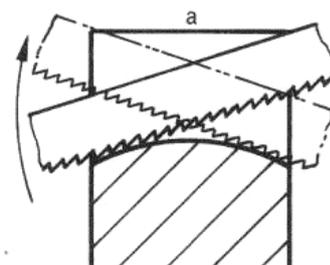
Tubes profilés 12 dents / cm : épaisseurs faibles

Il est nécessaire d'avoir au moins trois dents en contact avec la pièce

Exemple :

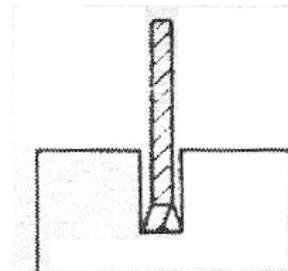
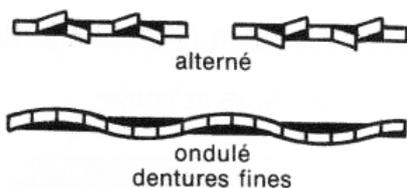


Rechercher le nombre maximum de dents en contact avec la pièce.



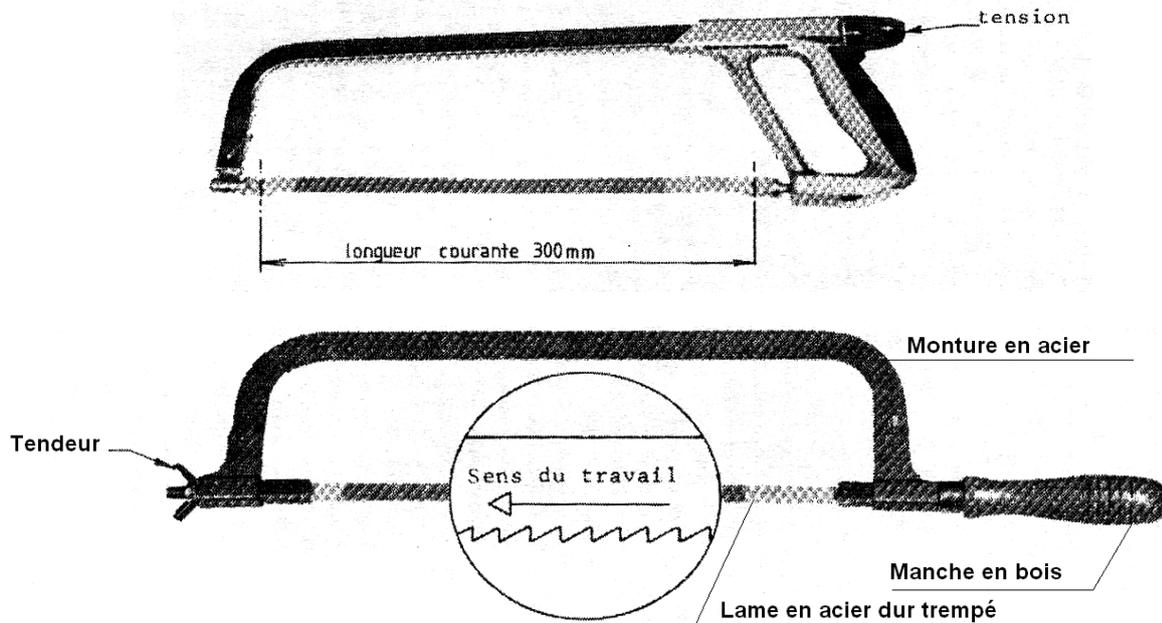
Limiter le nombre de dents en contact avec la pièce.

La voie de la denture évite le coincement et permet de modifier la direction de sciage.

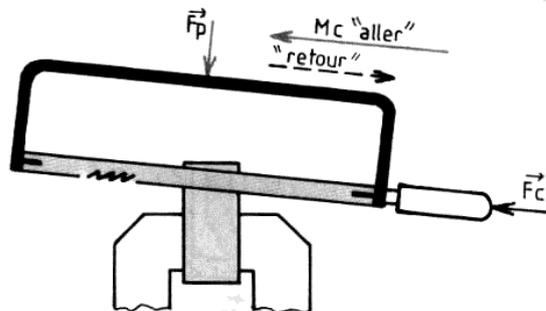


2) Montage de la lame

La lame est fixée sur la monture ; la face de coupe des dents doit être orientée vers l'avant de la scie (côté opposé à la poignée ou au manche). La lame doit être rigide, tendue sans exagération.



3) Procédé de sciage manuel

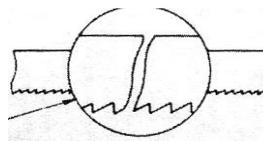


Placer le tracé du sciage dans la position verticale.

Exercer une forte pression pendant la course travail (en poussant) ; pas de pression au retour. La cadence de sciage est fonction du matériau à couper et de la qualité de la lame (40 à 60 C/min). Scier avec toute la longueur de la lame.

Éviter :

- la tension insuffisante de la lame : Bris
- la tension excessive de la lame : monture déformée



- le dépassement exagéré de la pièce hors de l'étau engendrant des vibrations : bris des dents

Opération

Serrer la pièce dans l'étau, le tracer en position verticale (fig. 1).

- Réaliser une encoche pour amorcer le sciage du côté de la chute : soit avec une lime triangulaire **A** soit avec une lime carrée **B**.

- Commencer à scier en inclinant la monture **C**, puis redresser progressivement **D** (fig. 2).

- Pour éviter les vibrations de la pièce, serrer la partie à scier le plus près possible des mors d'étau.

- Déplacer la pièce avant que la lame ne touche les mors de l'étau.

NOTA : Dans la mesure du possible il est préférable de tracer la pièce des deux côtés pour mieux suivre la progression de la lame de scie (pièce d'épaisseur supérieure à 6 mm).

Sciage complet d'une pièce épaisse

(supérieur à 20 mm) (fig. 3)

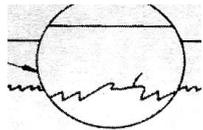
Il faut diminuer le nombre de dents en contact avec la pièce; pour cela : incliner la lame vers l'avant (1), vers l'arrière (2) puis en (3) scier la lame horizontale, recommencer l'opération en (4), (5), (6) jusqu'au sciage complet de la pièce. La matière **E** restant à scier pouvant l'être en une seule inclinaison.

- Choisir une lame « grosse denture » exemple 6 ou 8 dents au centimètre.

Sciage d'une pièce mince (fig. 4) Choisir une lame ayant une denture fine (10 ou 12 dents au cm).

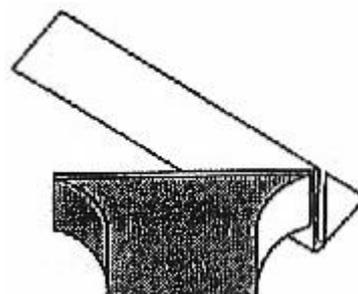
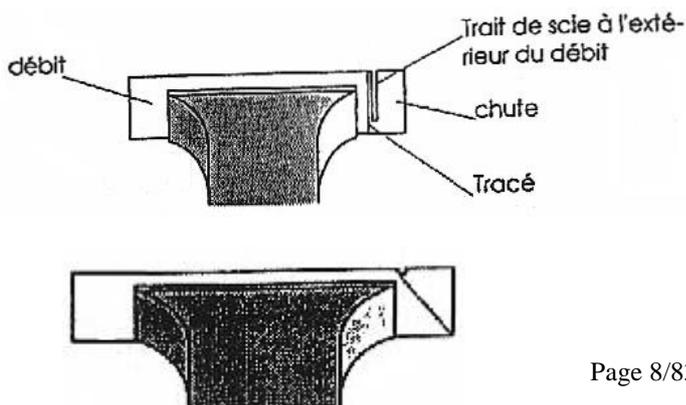
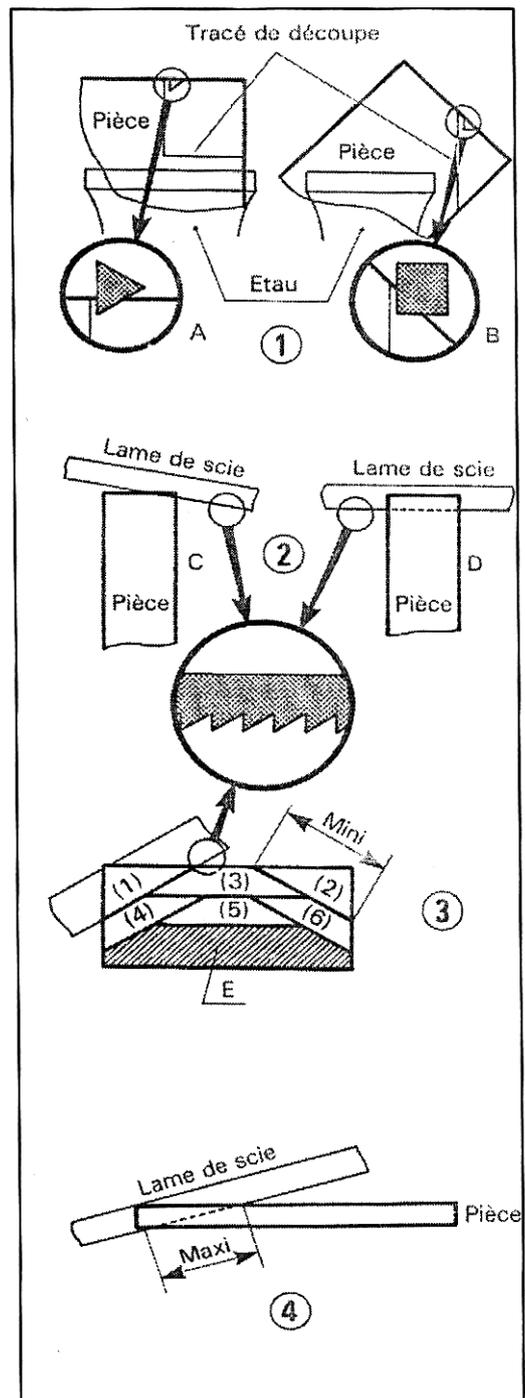
- Incliner la lame.

NOTA : Dans tous les cas, modérer l'effort exercé sur la monture, cadence du sciage 30 à 45 coups par minute suivant la matière à scier.

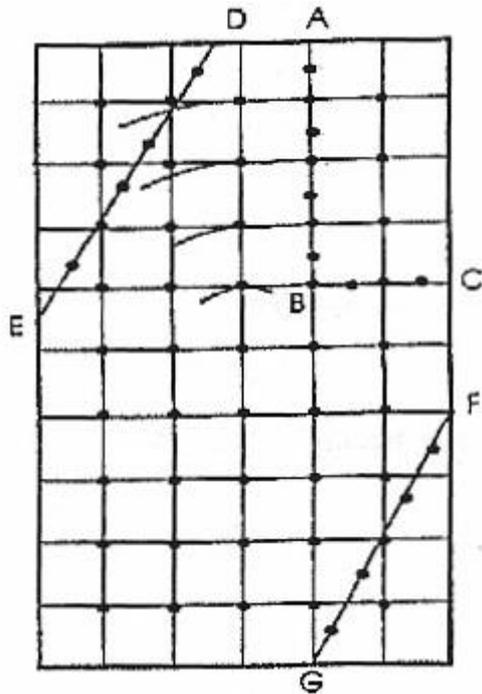


débauche

l'étau, le

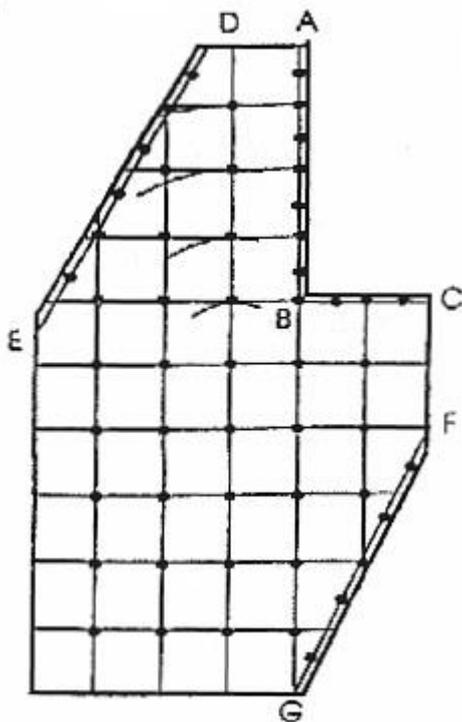


Exercice :



Sur une plaque en tôle :

- Tracez votre débit selon le plan ci-contre.
- Retouchez votre tracé au pointeau.

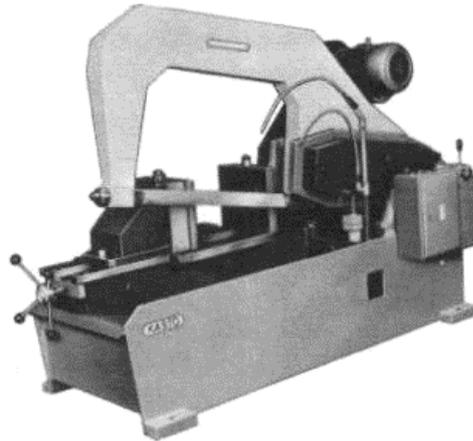


- Découpez à la scie à main, le plus près possible du tracé sans jamais mordre sur le tracé lui-même.

B) LE SCIAGE MÉCANIQUE

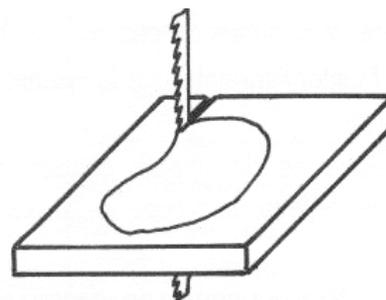
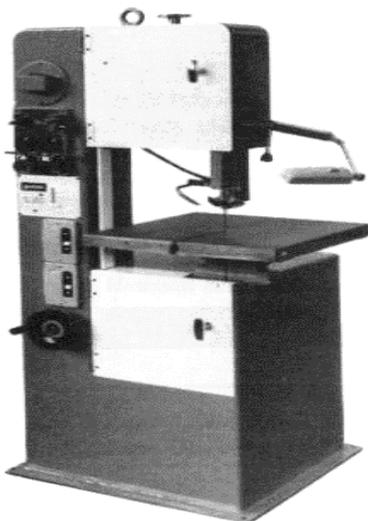
1) SCIES ALTERNATIVES

Le mouvement de translation alternatif est obtenu par un système bielle - manivelle ou par commande hydraulique. Ces machines très souvent automatisées sont utilisées pour les coupes à la longueur.



2) SCIES À RUBAN

Le ruban de scie est tendu sur des poulies ; il est entraîné par adhérence sur la poulie moteur. Il est animé d'un mouvement de translation continu. Ces machines sont de deux types : horizontale pour les coupes à la longueur, verticale pour le détourage des pièces.

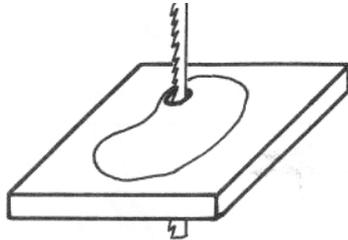


3) SCIES CIRCULAIRES

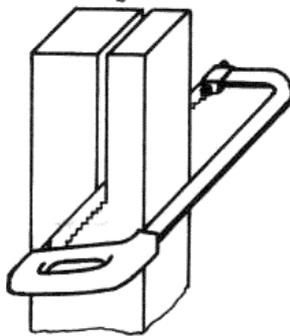
L'outil (fraise scie) est animé d'un mouvement de rotation. Ces machines sont utilisées pour la coupe des grosses pièces et des profilés. Elles peuvent être automatisées pour le sciage en série.

EXERCICES :

1. Quel est le but de sciage ?
2. Décrire le montage de la lame sur la monture de scie
3. Décrire le procédé de sciage manuel
4. Comment monter le ruban de scie pour détourer la pièce suivante



5. Comment procéder au sciage d'une pièce suivant la longueur (voir schéma)



TRAÇAGE

1) Définition

Le traçage est une opération qui définit la position des usinages par rapport au brut de la pièce ; il évite certains contrôles en ébauche.

2) Les outils de traçage :

La Pointe à tracer :

Matière : acier dur affûté et trempé à son extrémité. L'extrémité de la pointe à tracer étant affûtée, il faut prendre garde de ne pas se blesser.

L'Équerre à chapeau

Matière : acier mi - dur rectifié. Il faut manipuler l'équerre avec soin et éviter les chocs et les coups.

Le Réglet souple (flexible)

Matière : acier inoxydable. Il existe en plusieurs longueurs 100 – 150 -200 - 250 - 300 – 500 – 1000 mm .Le réglet est souple mais ses graduations sont fragiles, il faut éviter les coups, la flamme de chalumeau.

Le Trusquin simple :

Support sur socle, recevant une pointe à tracer.

La Règle à patin :

Règle verticale, divisée, graduée en mm. Elle sert à régler la pointe à tracer.

Le Marbre :

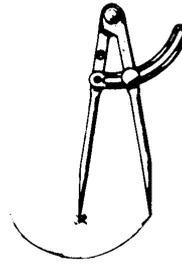
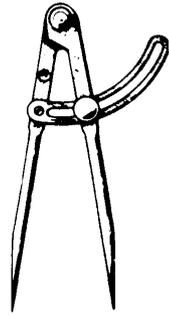
Support en fonte, rectifié, nervuré en dessous sert de support pour tous les accessoires de traçage.

Le Vé :

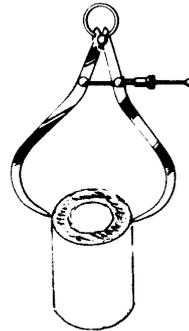
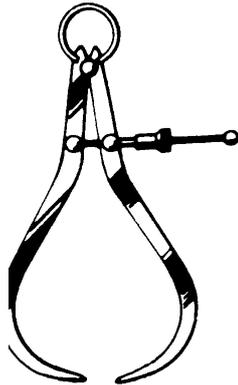
Support en fonte pour appuyer les pièces ou soutenir les pièces cylindriques.

REMARQUE : Vé et marbre sont fragiles En aucun cas ils ne doivent servir de support pour frapper, pointer, redresser un objet .

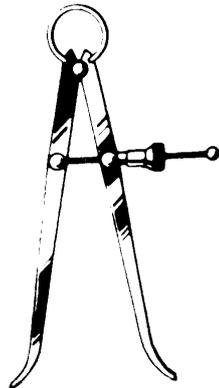
**COMPAS A
POINTES**



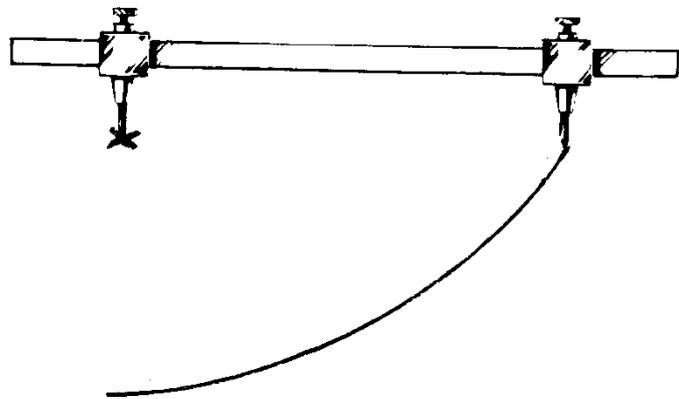
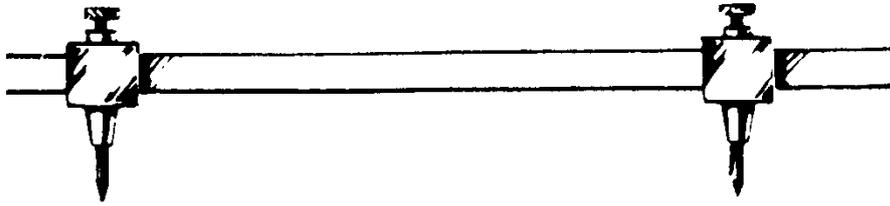
**COMPAS
D'ÉPAISSEUR**



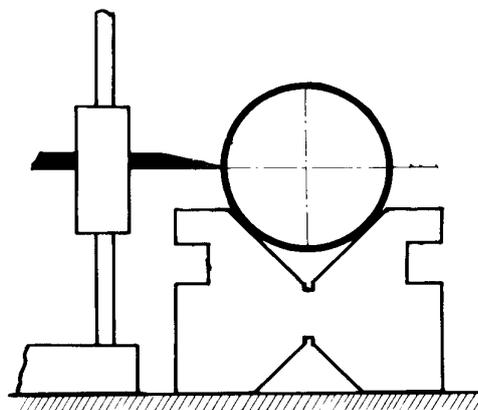
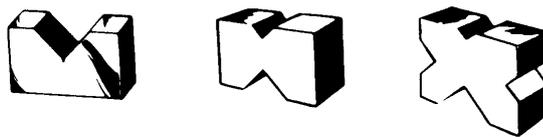
**COMPAS
D'INTÉRIEUR**



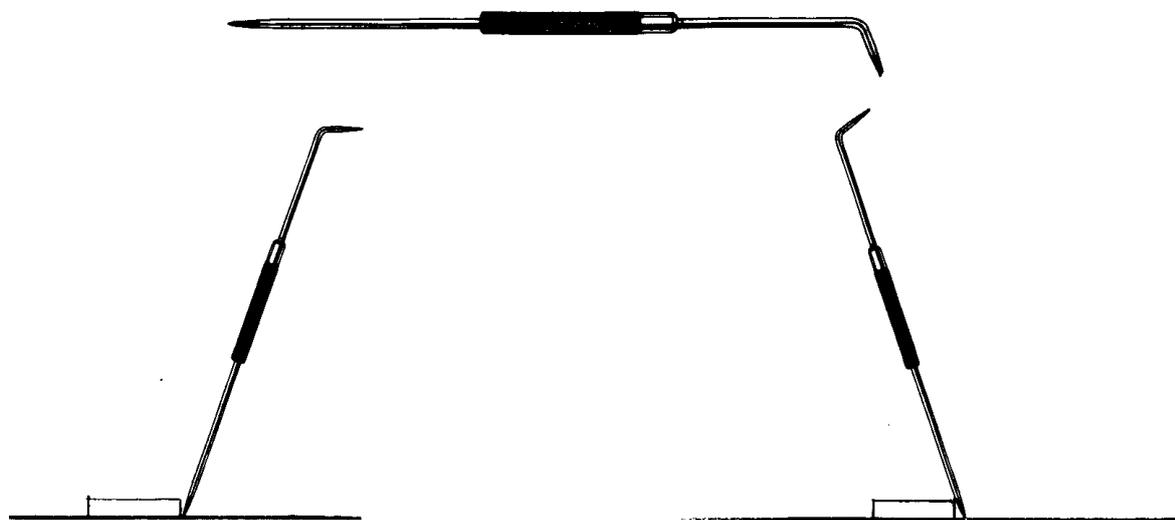
COMPAS A VERGES :



VÉS :



POINTE À TRACER



BON

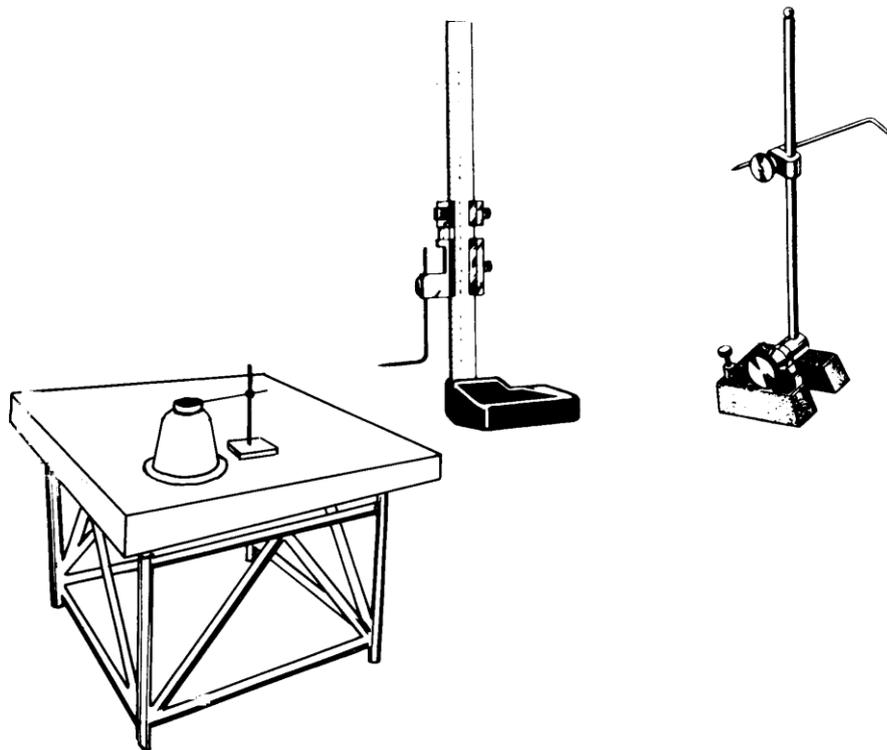
MAUVAIS

POINTEAU

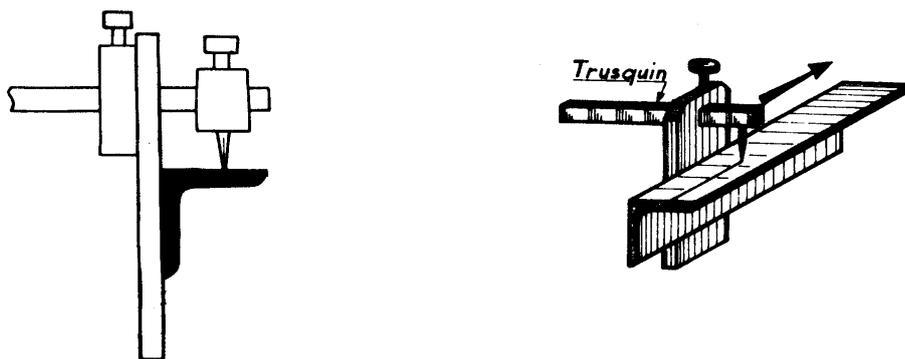


TRUSQUINS

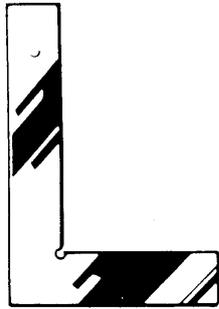
Traçage sur
marbre



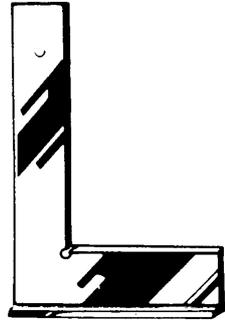
TRUSQUIN A PROFILES



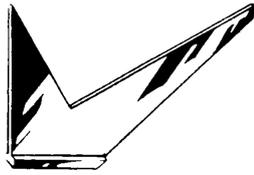
EQUERRES



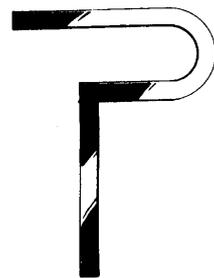
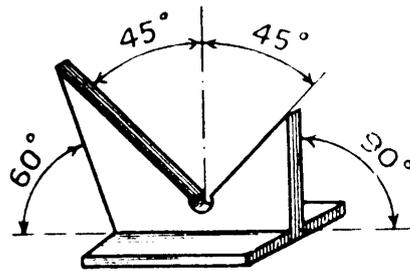
PLATE



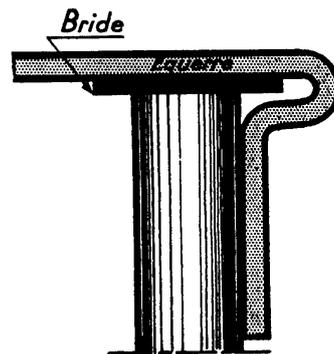
A CHAPEAU

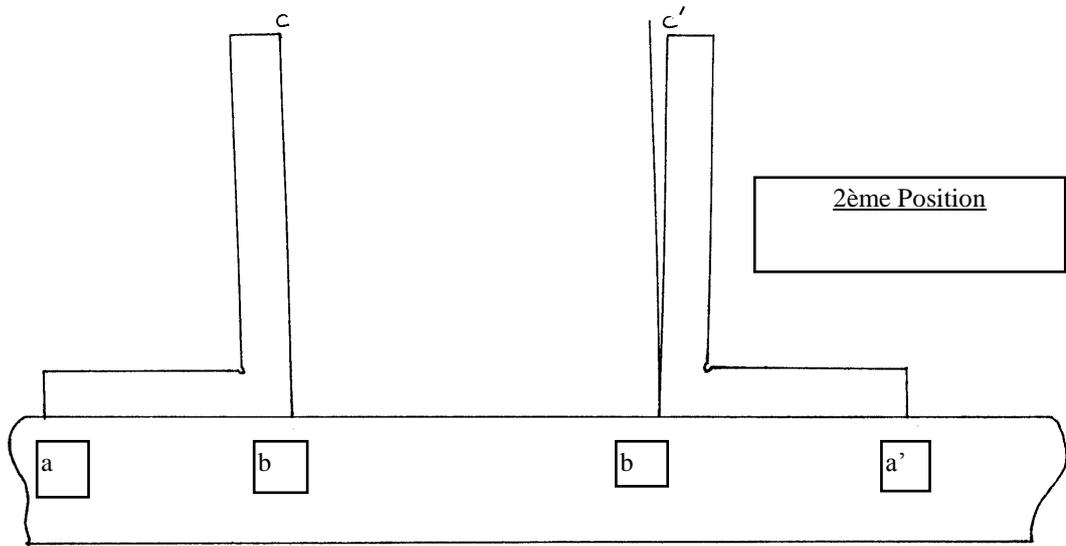


D'ONGLET



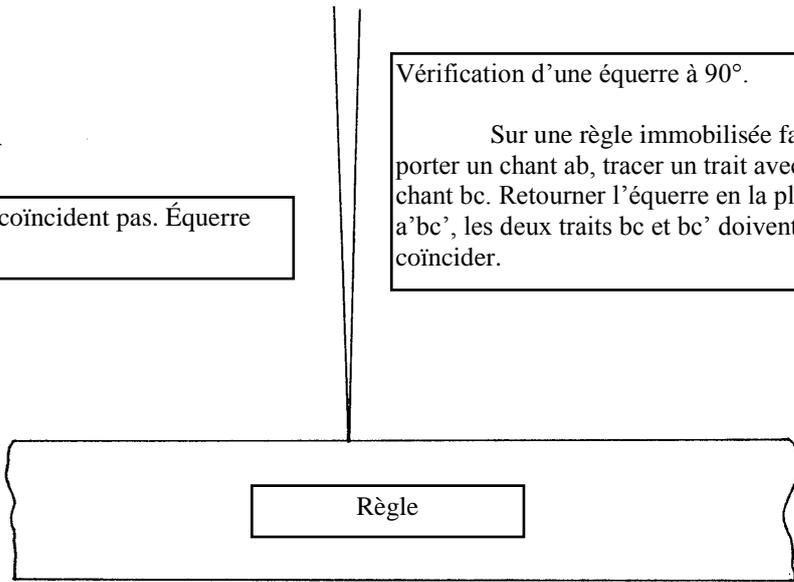
A BRIDE





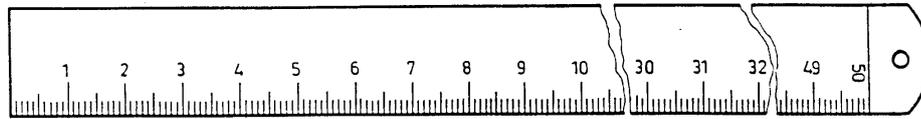
Les 2 traits ne coïncident pas. Équerre fausse.

Vérification d'une équerre à 90°.
 Sur une règle immobilisée faire porter un chant ab, tracer un trait avec l'autre chant bc. Retourner l'équerre en la plaçant en a'bc', les deux traits bc et bc' doivent coïncider.



Vérification d'une équerre à 90°.

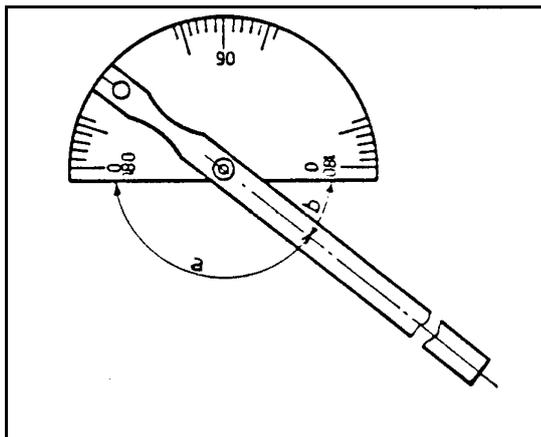
Une règle divisée



Ruban en acier, divisé en : mm, $\frac{1}{2}$ cm, cm et dm.
Longueur, largeur, épaisseur, variables.
2 genres : semi-rigide, souple.
Exemple : règle divisée de 500 x 30 x 1 semi-rigide.

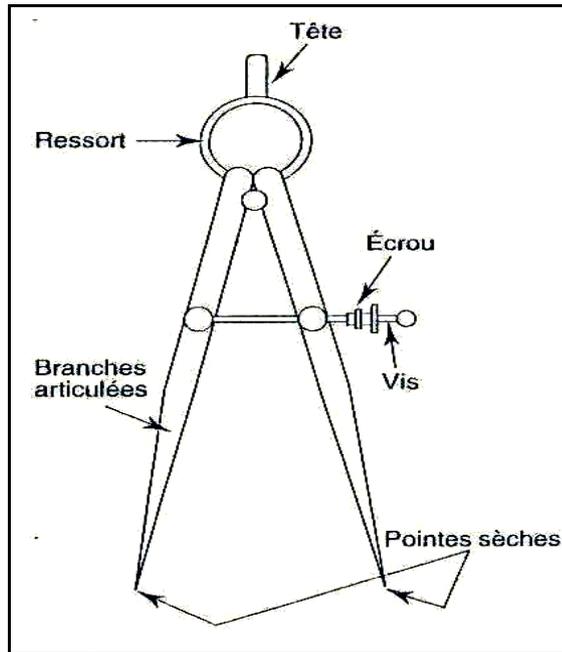
RAPPORTEUR D'ANGLE

Pour tracer ou mesurer les angles.



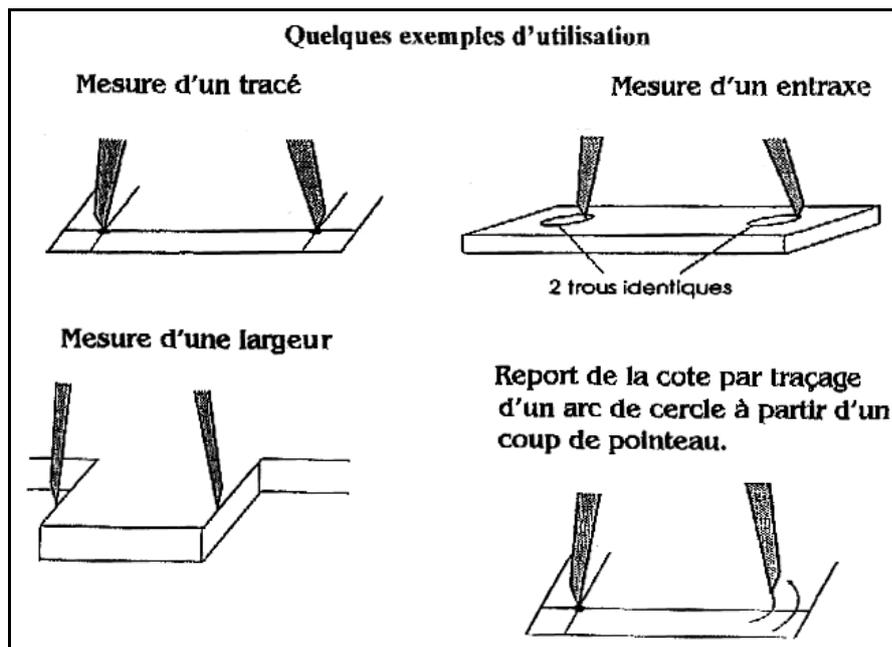
LE COMPAS D'AJUSTEUR

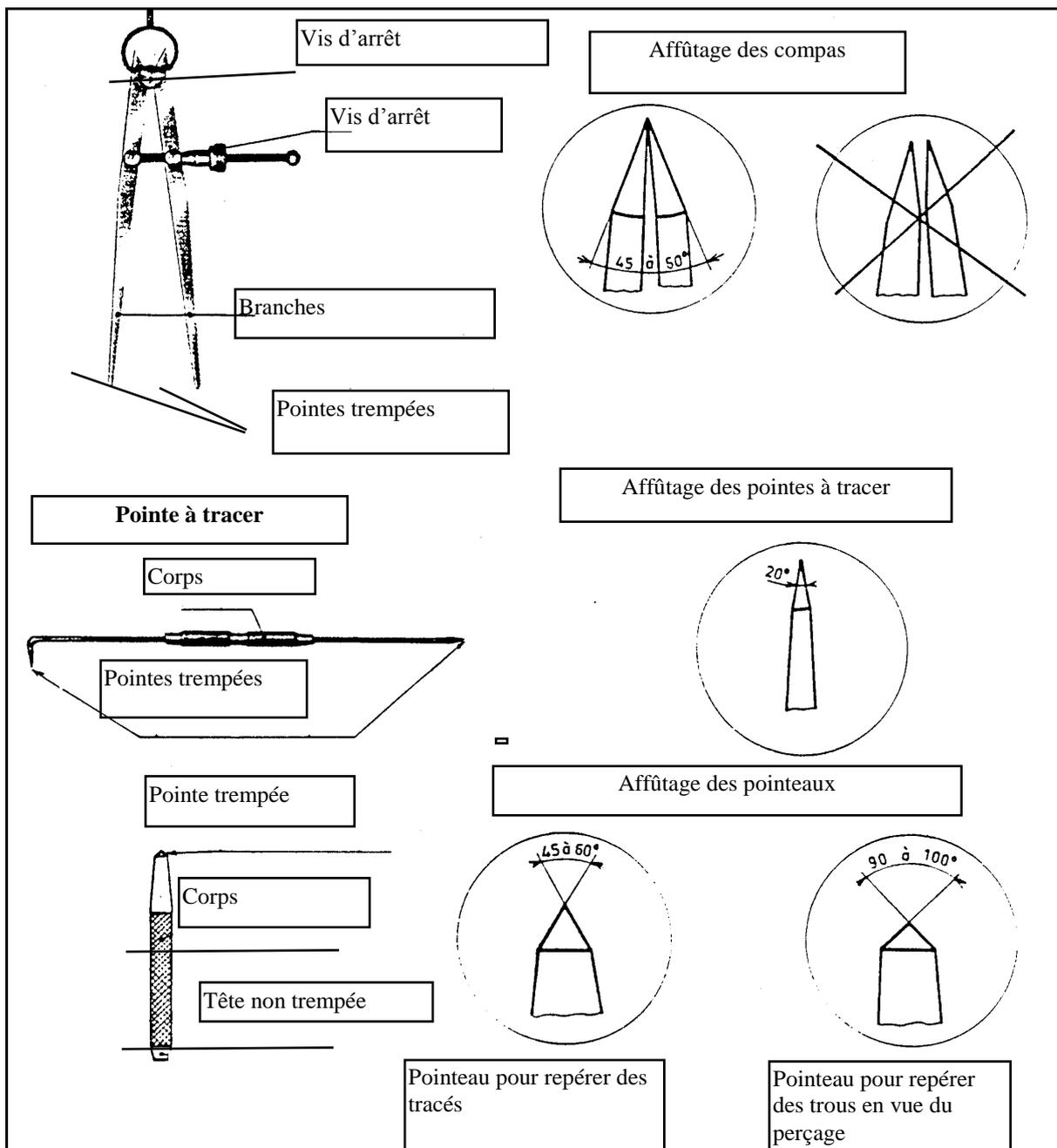
Ses pointes sont en acier dur, affûtées et trempées, un écrou à réglage rapide permet de régler l'ouverture.



Le compas d'ajusteur est utilisé pour :

- mesurer un tracé ;
- mesurer un entraxe ;
- mesurer une largeur ;
- reporter une cote par traçage d'un arc de cercle ;
- tracer un raccord.





- NE PAS UTILISER LE COMPAS COMME POINTE A TRACER
- PROTÉGER L'EXTRÉMITÉ DES POINTES À TRACER
- ÉVITER DE METTRE LA POINTE À TRACER DANS UNE POCHE DE VESTE OU DE BLOUSE
- ATTENTION AUX OBJETS PIQUANTS OU COUPANTS, FAIRE SOIGNER LES MOINDRES BLESSURES, PENSER A L'INFECTION POSSIBLE.

Exercices :

2.1. Traçage sans référentiel plan

Préparation de la pièce

Enduire la pièce d'un produit colorant résistant aux manipulations.

Tracer d'une droite

Avec un réglet gradué reporter la dimension demandée par le dessin. Faire une trace d'une longueur 3 à 5 mm avec une pointe à tracer bien affûtée (fig. 1).

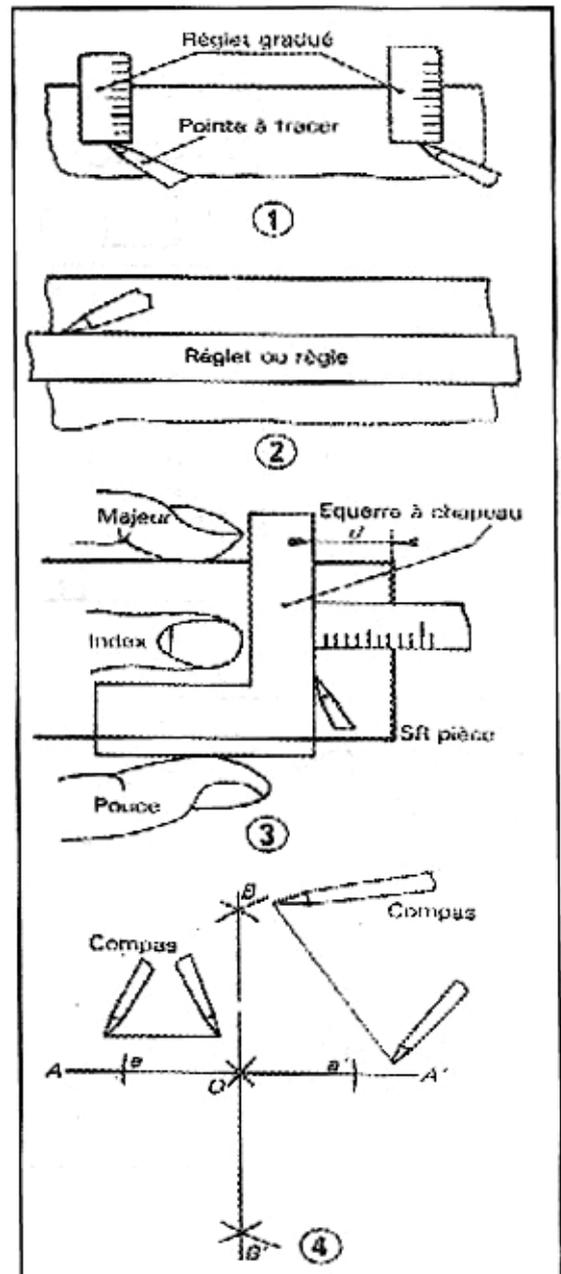
Faire coïncider les traces avec la rectitude d'un réglet ou d'une règle, bien le maintenir, tracer à la pointe à tracer (fig. 2).

Tracer un axe perpendiculaire à une surface de référence (SR) (fig. 3)

Utiliser une équerre à chapeau. La distance d est mesurée au réglet, l'équerre est maintenue en pression sur la pièce, tracer le long de la branche de l'équerre à chapeau.

Tracer deux axes perpendiculaires entre eux (fig. 4)

- Tracer l'axe AA'
- D'un point O , tracer aa' avec un compas d'ouverture quelconque.
- Des points a et a' tracer BB' avec un compas d'une ouverture aB supérieur à $0a$,
- Joindre les points BB' ,
- La droite BB' coupe AA' en O et perpendiculairement à celle-ci.
- La précision sera plus grande si on augmente l'ouverture du compas en aB .



2.2 Traçage basé sur un référentiel plan

Traçage parallèle à la surface d'appui (fig. 1)

Il est préférable d'utiliser un trusquin au 1/50 (réglage du vernier identique à celui d'un pied à coulisse).

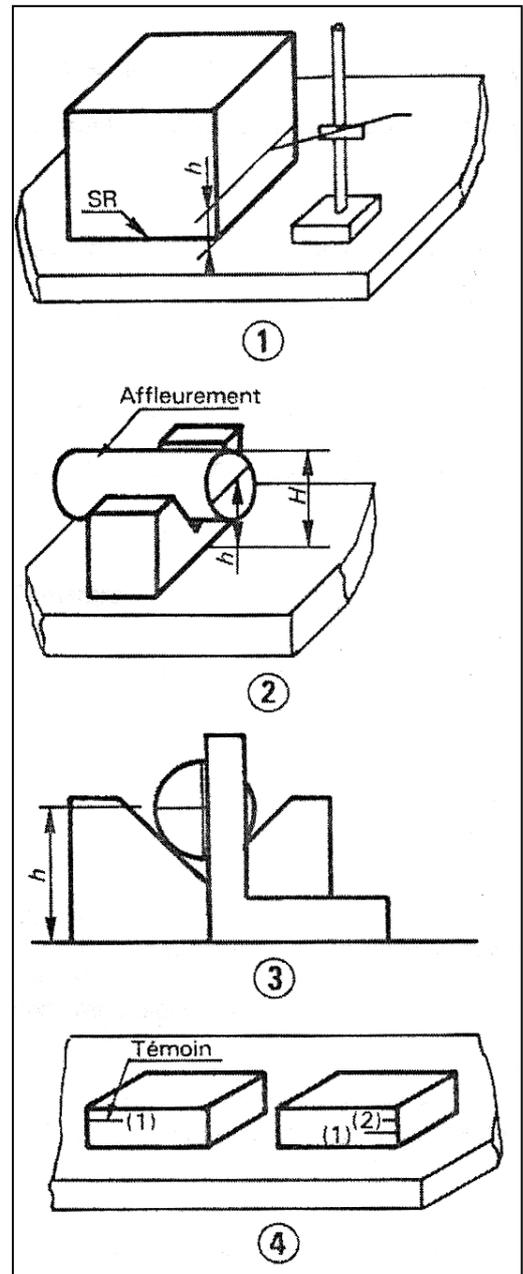
- Enduire la pièce d'un colorant résistant aux manipulations.
- Appliquer la pointe sur le marbre, vérifier le zéro du trusquin.
- Régler le trusquin à hauteur demandée par le dessin (h). Tracer les cotes en commençant par celle du bas si la référence est la surface en contact avec le marbre.

Traçage des axes d'un cylindre (fig. 2)

- Relever le diamètre exact de la pièce. Mettre le cylindre dans un vé, le tout sur un marbre.
- Affleurer avec la pointe du trusquin sur le dessus du cylindre. Relever la dimension H du trusquin.
- Régler le trusquin à hauteur $h = H - (\text{diamètre de la pièce}/2)$. Tracer un trait parallèle au marbre, passant par l'axe du cylindre.
- Tourner le cylindre de 90° comme en figure 3 en l'orientant avec une équerre. Sans dérégler le trusquin, tracer l'autre trait.

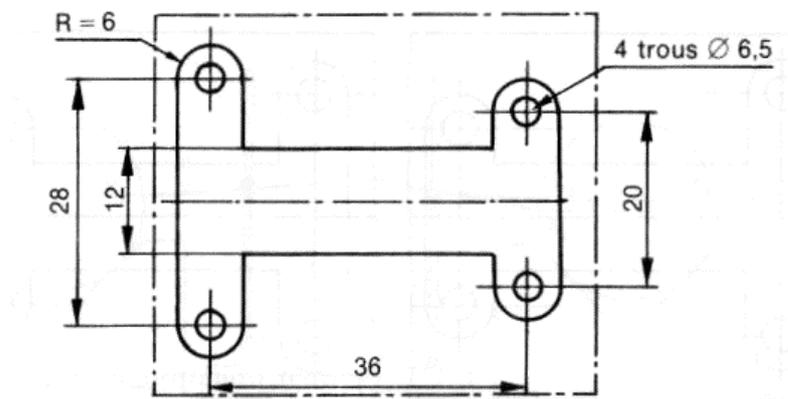
Traçage de l'axe de symétrie d'une pièce prismatique (fig. 4)

- Poser la pièce sur le marbre. Régler la pointe du trusquin approximativement à mi-hauteur de la pièce. Tracer un témoin (1).
- Retourner la pièce. Tracer un autre témoin (2).
- Mesurer la différence entre (1) et (2).
- Remonter ou baisser le trusquin pour arriver, en retournant la pièce, à faire coïncider les deux tracés. Dans le cas de la figure 4, il faut descendre la pointe du trusquin.



EXERCICES :

1. Définir le traçage
2. Quelles sont les différentes méthodes de traçage ?
3. Réaliser le traçage de la pièce suivante et déterminer :



- L'axe de symétrie
- Les axes secondaires et les rayons.
- le contour extérieur et le contour intérieur.
- Contrôler le tracé au réglet après chaque opération de traçage.

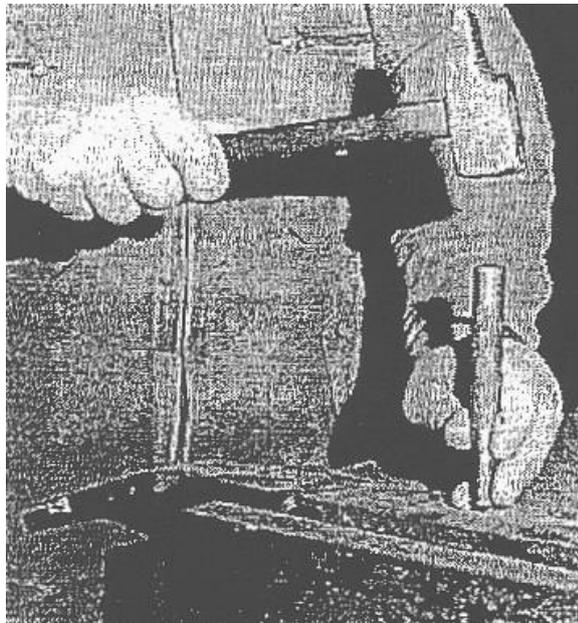
POINTAGE

LE POINTEAU



Le pointeau est un outil de traçage. Il est utilisé pour renforcer un tracé, marquer le centre d'un trou, matérialiser un repère de calage. Le pointeau est en acier dur. Son extrémité active est affûté et trempé. Le coup de pointeau est donné d'un seul coup de marteau, l'importance du coup sera en fonction des circonstances :

- léger pour renforcer un tracé,
- bien frappé pour marquer le centre d'un trou, un repère.

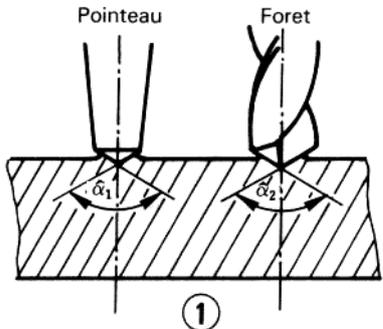
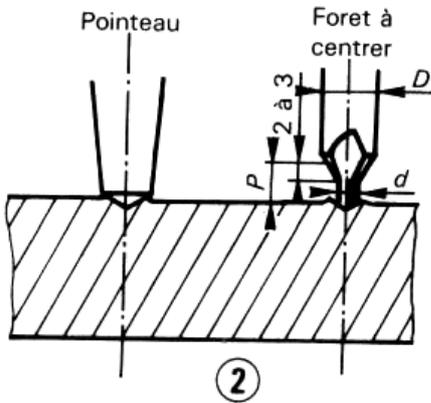


L'art et la manière de tenir un pointeau

Le pointage a pour rôle :

- rendre le traçage plus visible à l'œil.
- garder le repère du tracé.
- stabiliser et guider les outils du perçage.

Exercices :

N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<ul style="list-style-type: none"> - Choisir un pointeau d'un angle de pointe égale à l'angle de pointe du foret : $\alpha_1 = \alpha_2$ (fig. 1) - Tracer la position du trou. - Pointer en frappant sur le pointeau tenu bien verticalement. - Percer avec le foret correspondant au diamètre à percer. <p>Opération éventuelle (fig. 2)</p> <p>Percer à une profondeur P de façon que la partie conique du foret à centrer pénètre de 2 ou 3 mm.</p> <p>Pour le perçage d'un diamètre inférieur à 5 mm on utilise généralement un foret à centrer $D = 6$; $d = 2$ et pour des diamètres de 5 à 15 $D = 8$; $d = 2,5$.</p> <p>Utiliser ensuite le foret de diamètre D demandé par le dessin, il restera correctement centré au début du perçage.</p>	 <p>①</p>  <p>②</p>	<p>Pointeau</p> <p>Foret à centrer</p>	<p>Calibre d'angle</p>

PERÇAGE

Objectifs :

- Identifier et énumérer les machines à percer.
- Décrire et affûter un foret.
- Calculer une vitesse de coupe pour le perçage.
- Respecter les règles de sécurité.

DÉFINITION

C'est l'action de percer un trou à l'aide d'un outil de coupe en bout, que l'on nomme « foret ». L'opération s'effectue par rotation et le mouvement est engendré par une machine-outil appelée « perceuse ».

LES DIFFÉRENTES PERCEUSES

LES PERCEUSES PORTATIVES

La perceuse portative est sans doute l'outil le plus répandu qui soit. Le choix d'une perceuse appropriée tiendra compte de la fréquence d'utilisation prévue et de la nature des travaux à exécuter.

Types de perceuses portatives :

1. Perceuse à air comprimé (droite, coudée, angulaire) :
 - Le diamètre des forets varie de 0,5 à 13 mm.
 - Un mandrin autobloquant équipe les modèles les plus performants.
2. Perceuse électrique (modèle courant) :
 - Le diamètre des forets varie de 0,5 à 13 mm.
 - Un mandrin autobloquant et un variateur électronique équipent les modèles les plus performants.
3. Perceuse électrique (à manchon)
 - Le diamètre des forets varie de 0,5 à 13 mm avec mandrin.
 - Montage en cône morse N° 3, perçage jusqu'à 25 mm.
 - Couple de perçage important.
4. Perceuse électrique sans fils :
 - Le diamètre des forets varie de 0,5 à 10 mm.
 - Un mandrin autobloquant et un variateur électronique équipent les modèles les plus performants.
 - Peuvent s'utiliser comme visseuses

5. Centre de perçage à base magnétique :

- Utilisable uniquement sur acier ferritique.
- Le diamètre des forets varie de 0,5 à 13 mm avec mandrin.
- Montage en cône morse N° 2, perçage jusqu'à 40 mm selon les machines.
- Capacité de fraisage de Ø 12 à 100 mm selon les machines (grande rapidité et précision en perçage de Ø élevés).
- Capacité de taraudage jusqu'à 30 mm selon les machines.
- Un variateur électronique, un embrayage, un disjoncteur thermique pour la sécurité de l'utilisateur et un système de lubrification équipent les modèles les plus performants.
- Fixation sur tuyaux par des colliers en plastique selon les machines.



*Perceuse électrique sans fils
avec batterie de rechange*



Perceuse électrique



Perceuse pneumatique



*Perceuse magnétique
foret hélicoïdale*



*Perceuse magnétique
perçage par fraise à carotter*

*Perceuse électrique
à manchon*



LES PERCEUSES A COLONNE

Elles fonctionnent suivant le même principe que les perceuses portatives, sauf que ce sont des machines-outils donc qui peuvent avoir des dimensions très importantes, qui sont plus puissantes et présentent des caractéristiques différentes.

Les perceuses à colonne équipées de cône morse peuvent accueillir des appareils à tarauder semi automatiques et des trépan et des scies cloches.

On distingue généralement trois types de perceuses à colonne.

A. La perceuse sensitive :

Ainsi appelée parce que son mécanisme d'avance est manuel.



Perceuses à colonne sensitive pour établi

B. La perceuse à avance automatique :

Munie d'un mécanisme qu'il suffit d'enclencher pour que l'avance du foret soit assuré automatiquement, au moyen de l'énergie développée par le moteur électrique.



*Perceuse / Taraudeuse à colonne sur pied
à avance automatique*



*Perçeuse-Fraiseuse
à boîte d'engrenage*

C. La perceuse radiale :

Spécialement conçue pour percer des pièces de dimensions importantes. Au lieu de déplacer la pièce pour l'aligner avec le foret, on procède à l'inverse, ainsi la pièce est bridée et on pointe la tête à l'endroit désiré.

Munie d'un mécanisme plus complet qu'il suffit d'enclencher pour que l'avance du foret soit assurée automatiquement, au moyen de l'énergie développée par le moteur électrique.

Les perceuses radiales sont équipés de cône morse et peuvent accueillir des appareils à tarauder semi automatiques, des trépan et des scies cloches.

Les diamètres de perçage peuvent être supérieurs à 60 mm.



Perceuse radiale

LES ACCESSOIRES DES PERCEUSES

Douille de réduction cône morse



Allonge porte-foret



Chasse cône simple
S'utilise avec un marteau



Chasse cône semi automatique



CARACTERISTIQUES DES FORETS HÉLICOÏDAUX

Il existe 2 catégories de forets :

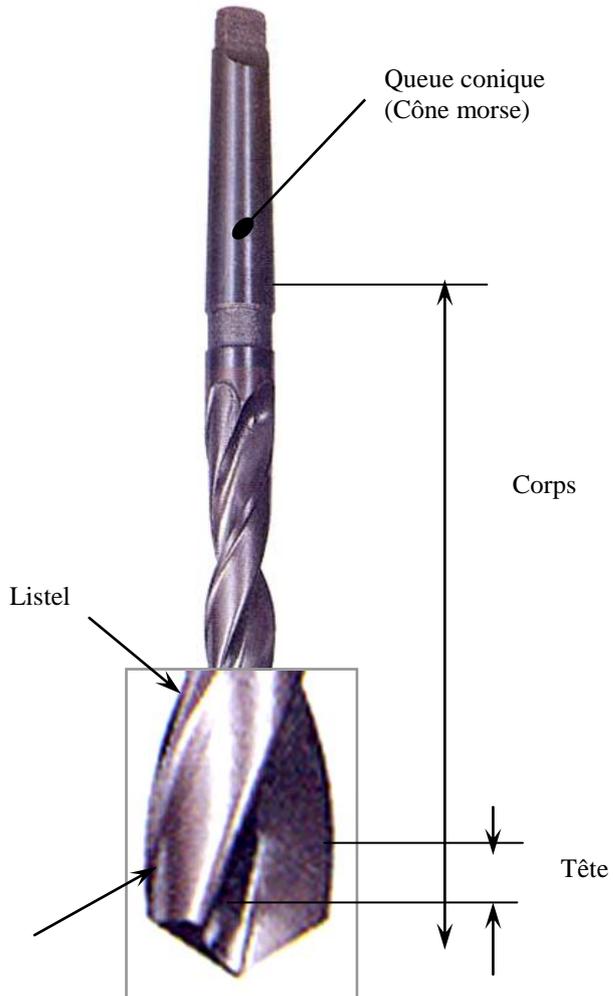
- Les forets à queue cylindrique (jusqu'à 14 mm).
- Les forets à queue conique.

Queue cylindrique



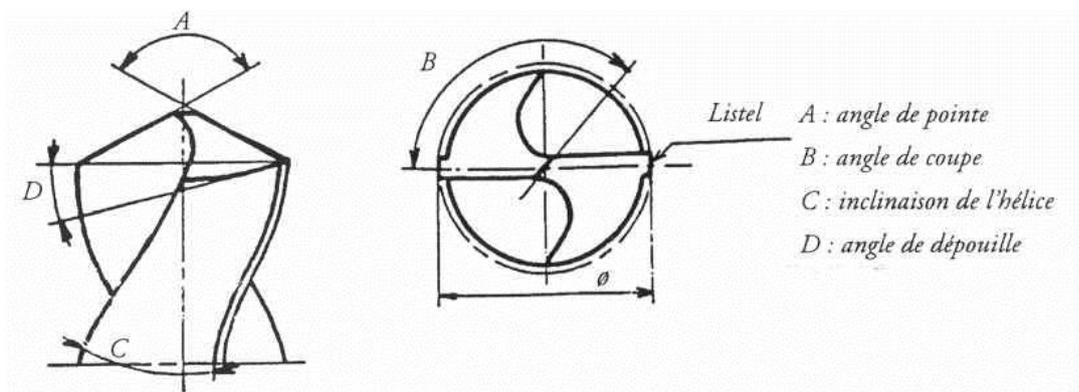
Lèvre

Queue conique
(Cône morse)



Corps

Tête



Pour le montage des cônes, il faut bien faire correspondre le tenon avec le logement supérieur du cône. Pour le démontage, il faut utiliser une chasse cône et mettre une cale en bois pour recevoir le foret.

Le montage des forets cône morse :

Selon le foret et la broche de la perceuse, il est quelquefois nécessaire d'utiliser un ou plusieurs cônes morse que l'on nomme douille de réduction cône morse.

Foret à queue cône morse	Ø du foret	3 à 15	16 à 23	24 à 32	33 à 50	51 à 75
	N° du cône	1	2	3	4	5

Douille de réduction cône morse	N° du cône intérieur	1	2	3	4	5
	N° du cône extérieur	2-3-4-5	3-4-5	4-5	5-6	6

L'angle de pointe varie selon le matériau utilisé :

- 90° : fibre de verre et plastiques.
- 118° : acier allié, non allié, fonte malléable, fonte grise, fonte aciérée, fonte à graphite sphéroïdale, maillechort, graphite.
- 135° : acier inoxydable, fonte, bronze dur, alliages réfractaires et titane.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE FORETS :

- Queue cylindrique à double pointe.
- Matière : acier super rapide HSS.
- Angle de pointe 118°

Perçage dans matériaux courant de faible épaisseur
Risque de perçage de l'intérieur du mandrin si celui-ci se désert.
Ø 8 mm maximum



- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS.
- Angle d'hélice de 25° à 35°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans aciers alliés, non alliés, fonte malléable, fonte grise, zinc.



- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS, traitement de surface, plus grande résistance à l'usure.
- Angle d'hélice de 25° à 35°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans aciers alliés, non alliés, fonte malléable, fonte grise, maillechort.
La dureté en surface du foret est égale à deux fois la dureté de l'HSS



- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice de 25° à 35°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans matériaux courant.

Le diamètre de queue est réduit pour pouvoir l'utiliser sur les perceuses de capacité de mandrin 10 ou 13 mm.



- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice de 15°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans le laiton, le bronze, alliages d'aluminium.



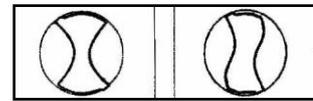
- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice 35°
- Angle de pointe 135°

Perçage dans l'aluminium.



- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice 40°
- Angle de pointe 130°

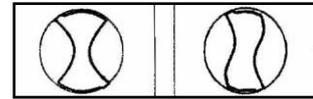
Perçage dans l'aluminium et l'acier inoxydable.
Forme de goujure UD, plus rapide et plus précis.



Goujures conventionnelles à gauche Goujure UD à droite

- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice 33°
- Angle de pointe 130°

Perçage dans l'acier allié, acier traité, titane, alliages nickel-chrome, inconnels, nimonic.
Forme de goujure UD, plus rapide et plus précis.



Goujures conventionnelles à gauche Goujure UD à droite

- Queue conique
- Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt
- Angle d'hélice 30°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans l'acier allié, acier traité, titane, alliages nickel-chrome, inconnels, nimonic.
Meilleure résistance à l'usure avec le cobalt.



- Queue conique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice 30°
- Angle de pointe 118°

Perçage dans matériaux courant.



- Foret alésoir à entrée conique
- Queue conique
- Matière : acier super rapide HSS
- Angle d'hélice à gauche 25° et coupe à droite

Destiné aux montages de plusieurs parties et ensembles lorsqu'il y a besoin d'aligner des trous ou de les agrandir



- Foret étagé
- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS
- Matière : acier super rapide HSS, traitement de surface, plus grande résistance à l'usure. Pour les forets de couleur jaune doré uniquement.

Perçage dans matériaux courant de faible épaisseur (4 mm maximum). Acier, cuivre, laiton et aluminium.
Graduation des étages visible sur l'outil selon les modèles



- Foret conique
- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS

Perçage dans matériaux courant de faible épaisseur. Acier, cuivre, laiton et aluminium.
Graduation visible sur l'outil selon les modèles.
Réalisation de trous inclinés, trous sécants.



LES DIFFÉRENTS TYPES DE FRAISES

- Fraise conique
- Queue conique
- Matière : acier super rapide HSS

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium.
Ébavurage des trous.
Chanfreinage pour les vis à tête fraisé.



-
- Fraise conique
 - Queue cylindrique
 - Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium.

Meilleure résistance à l'usure avec le cobalt.

Ébavurage des trous.

Chanfreinage pour les vis à tête fraisé.



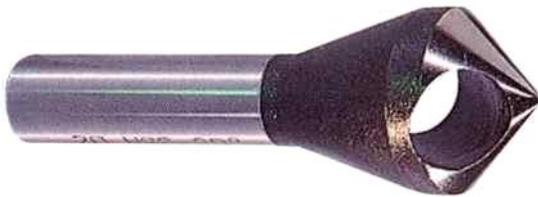
-
- Fraise conique
 - Queue cylindrique
 - Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium.

Meilleure résistance à l'usure avec le cobalt.

Ébavurage des trous.

Chanfreinage pour les vis à tête fraisé.



-
- Fraise conique
 - Queue cylindrique
 - Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium. Meilleure résistance à l'usure avec le cobalt.

Ébavurage des trous.

Chanfreinage pour les vis à tête fraisé.



- Fraise à chambrer
- Queue cylindrique
- Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium.

Ébavurage des trous.

Chanfreinage pour les vis à six pans creux.



- Fraise à chambrer
- Queue conique
- Matière : acier super rapide HSS à 5 % de cobalt

Fraisage dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium. Meilleure résistance à l'usure avec le cobalt.

Ébavurage des trous.

Chanfreinage pour les vis à six pans creux.



- Scie trépan (appelé aussi scie-cloche)
- Queue hexagonale
- Matière : acier bimétal (denture en acier rapide trempé soudé par faisceau d'électrons sur un dos flexible en acier à ressort)

Perçage jusqu'à \varnothing 152 mm dans matériaux courant : acier, acier inoxydable, cuivre, laiton et aluminium.

Coffret contenant les \varnothing correspondant aux tubes couramment utilisés et les arbres - supports des trépan.

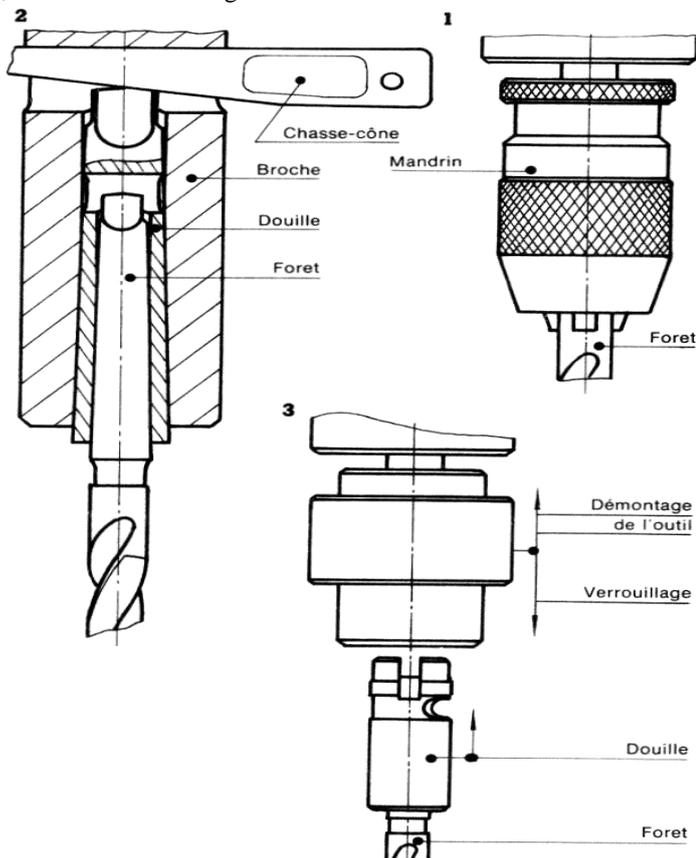


1) LES PERCEUSES D'OUTILLAGE

Types de perceuses	Sensitive	À colonne	À montant	Radiale
Ø max de perçage dans l'acier	20	40	60	60
Pièce	Petite	Moyenne	Moyenne	Encombrante

2) MONTAGE D'UN FORET

Avant le montage d'un foret, contrôler son affûtage en fonction de la matière à usiner.



2.1. Foret à queue cylindrique

Le foret est monté dans un mandrin de perçage (fig. 1).

2.2. Foret à queue conique

a) Montage direct

Si le numéro du cône de la queue du foret correspond au numéro du cône de la machine.

b) Montage indirect (fig. 2)

Si le cône du foret est plus petit que le cône de la machine, on emploie une douille de réduction.

2.3. Montage rapide (fig. 3)

Ce montage permet le changement rapide des outils sans l'arrêt du mouvement de rotation de la machine. Il est utilisé pour les travaux de perçage-alésage.

Précautions

Avant le montage des forets ou mandrins de perçage dans la broche de la machine, il faut bien nettoyer les cônes et bien présenter le tenon d'entraînement dans son logement.

3) DÉMONTAGE D'UN FORET (fig. 2)

Pour le démontage d'un mandrin de perçage ou d'un foret à queue conique, on utilise un chasse-cône;

avant cette opération de démontage, il faut penser à enlever le foret du mandrin de perçage.

4) RÉGLAGE DE LA FRÉQUENCE DE ROTATION DE LA BROCHE

Exemple

Soit à réaliser un trou de diamètre 10 mm dans une pièce en bronze, on choisira une vitesse de coupe $V_c = 30$ m/min, $\pi = 3$ pour les calculs, $D = 10$ mm.

Formule pratique :

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 30}{\pi \times 10} = 1000 \text{ tr/min}$$

5) RÉGLAGE DE L'AVANCE

Sur les perceuses sensibles, l'avance est manuelle. Sur les autres perceuses, l'avance peut être manuelle ou automatique ; dans ce cas l'avance en mm/tr est $f = 0,01$ du diamètre du foret.

CONDITIONS DE COUPE DES FORETS EN ACIER RAPIDE

Matières	Vc m/min	Avance par tour					
		Ø4	Ø6	Ø10	Ø16	Ø25	Ø40
Aciers non alliés	30	0,15	0,26	0,37	0,5	0,58	0,7
	24	0,15	0,26	0,37	0,5	0,58	0,7
Aciers alliés	28	0,12	0,21	0,3	0,4	0,46	0,5
	24	0,09	0,15	0,22	0,3	0,35	0,4
Aciers inoxydables X 6 CrNi 18-09, X 6 CrNiTi 17-11	13	0,09	0,15	0,22	0,3	0,35	0,4
Fontes grises : Ft 25	30	0,15	0,26	0,37	0,5	0,58	0,7
	30	0,11	0,18	0,26	0,35	0,41	0,4
Fontes malléables	28	0,15	0,26	0,37	0,5	0,58	0,7
	23	0,15	0,26	0,37	0,5	0,58	0,7
Alliages légers	80	0,12	0,21	0,3	0,4	0,46	0,5
Alliages cuivreux	32	0,09	0,15	0,22	0,3	0,35	0,4
Laitons Cu Zn-36. Pb 3	60	0,12	0,21	0,3	0,4	0,46	0,5
Maillechorts Cu Zn 45 Ni 9	55	0,12	0,21	0,3	0,4	0,46	0,5
ALLIAGES DE ZINC Zamak	45	0,12	0,21	0,3	0,4	0,46	0,5

AFFÛTAGE DES FORETS

Généralités :

L'affûtage est une opération qui consiste à redonner à certains outils les caractéristiques originales qui permettent d'effectuer un travail de qualité.

Rappel :

La pointe d'un foret hélicoïdal est constituée de l'arête centrale, des lèvres de coupe et du talon. L'arête est formée par l'intersection des surfaces coniques de la pointe et elle doit toujours être centrée par rapport à l'axe du foret.

Les caractéristiques qu'on cherche à obtenir lors de l'affûtage d'un foret sont les suivantes :

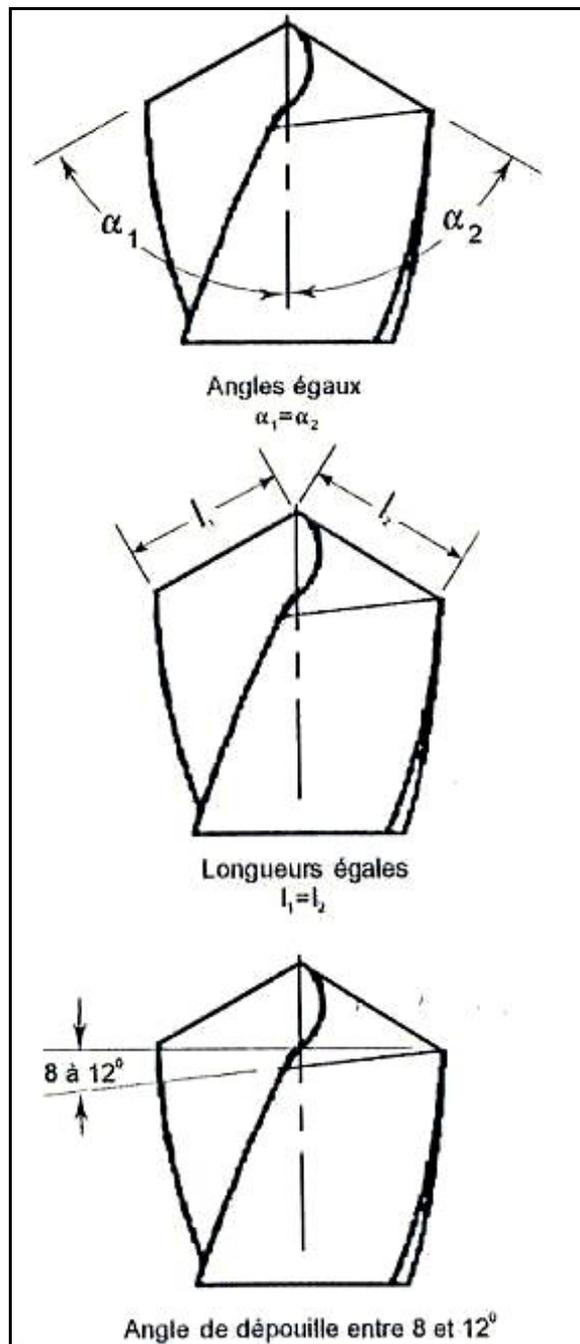
- L'angle de chaque côté du foret doit être identique;
- La largeur de l'arête doit être la même de chaque côté de l'axe central ;
- L'angle de dépouille doit varier entre 8° et 12°

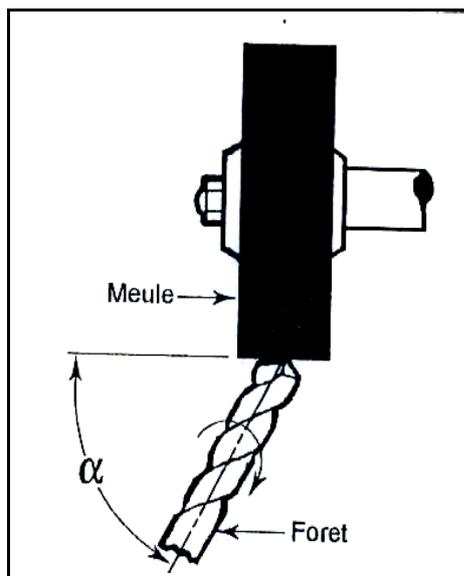
Caractéristiques recherchées

On doit donc, en une seule opération, obtenir toutes les caractéristiques.
L'affûtage se fait en tenant à deux mains; donc l'une tient la queue du foret et l'autre, plus des lèvres, demeure bien appuyée sur le guide pour éviter les blessures.

Par la suite on déplace le foret suivant l'angle correspondant au matériau :

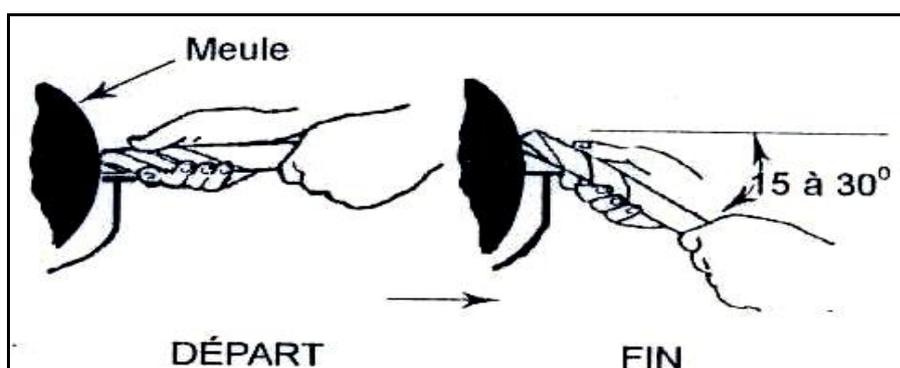
- 67.5° (135°) - matériaux durs et résistant
- 59° (118°) - aciers doux ;
- 45° (90°) - bois, fibre de verre et plastique.





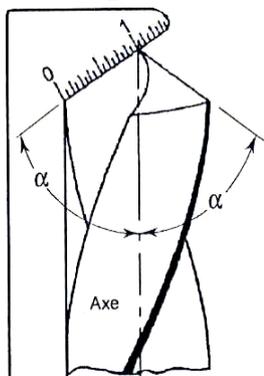
On commence par placer le foret à l'horizontale ou de préférence légèrement inclinée.
On appuie ensuite la lèvre du foret contre la meule et on abaisse la queue sans tourner le foret (cela doit se faire d'un mouvement continu).

Une fois que le meulage de la première lèvre est terminé, on tourne le foret de 180° et on recommence l'opération pour la seconde lèvre (voir figure ci - dessous)



REMARQUE :

- Pour conserver la trempe du foret, il faut le refroidir régulièrement dans l'eau
- On doit également vérifier fréquemment trois points importants :
La largeur des lèvres, l'angle entre les lèvres et l'angle de dépouille.
- La vérification se fait à l'aide d'un gabarit d'affûtage :



MAUVAIS AFFÛTAGE :

Défauts	Problèmes créés
Arêtes de longueur inégale	<ul style="list-style-type: none">- Trou trop grand- Affûtage fréquent- Broutage lors de la finition d'un trou à moitié percé
Angles inégaux	<ul style="list-style-type: none">- Affûtage fréquent- Une seule lèvre qui coupe (un seul coupeau)
Angle de dépouille trop petit	<ul style="list-style-type: none">- Foret qui glisse- On doit augmenter la pression de perçage- Surcharge- Usure rapide
Angle de dépouille trop grand	<ul style="list-style-type: none">- Cassure des lèvres- Grippage du foret- Trou trop grand

Exercice pratique

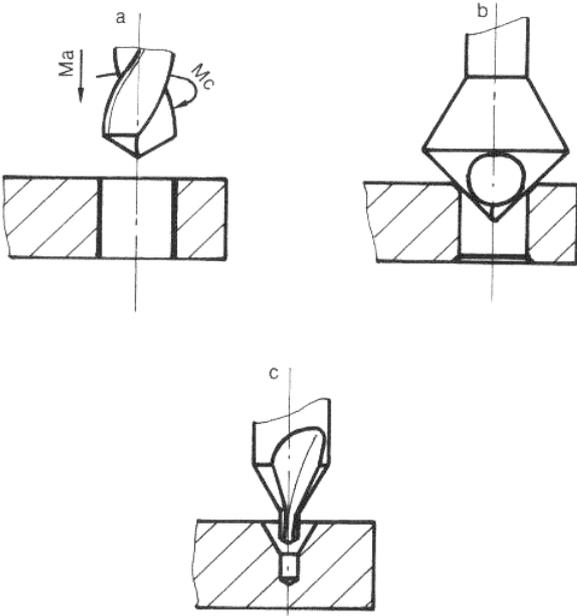
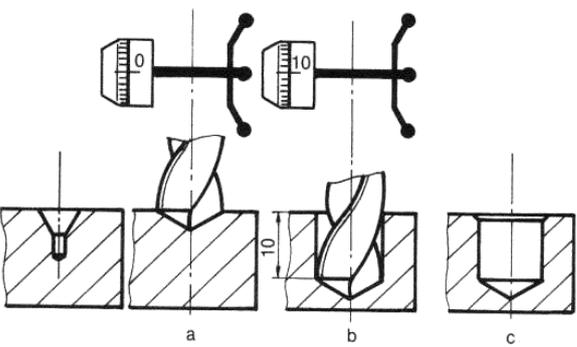
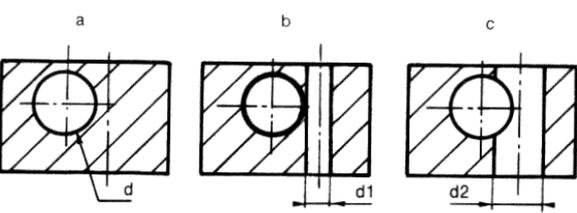
AFFÛTAGE DE FORETS

Durée : 1h 30 mn

But : Affûter des forets dont les lèvres ne sont pas égales et le coin des listels est brisé.

Préalable : Avoir lu les techniques d'affûtage d'un foret et assisté à la démonstration.

MODES OPERATOIRES PRATIQUES :

N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p>1 Trou débouchant (fig. 4)</p> <p>La pièce est abloquée en étau sur des cales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Positionner l'âme du foret dans le coup de pointeau. ➤ Régler la vitesse de rotation de la broche. ➤ Amorcer le perçage, percer, débourrer (au débouurrage, réduire l'effort sur le levier pour une avance manuelle) (fig. 4a). ➤ Ébavurer le trou (fig. 4b) de chaque côté de la surface. ➤ Contrôler la position et le diamètre du trou réalisé. ➤ Pour un bon guidage de la pointe des forets d'un diamètre supérieur à 8 mm, un centrage précède le perçage (fig. 4c). <p>2 Trou borgne (fig. 5)</p> <p>(Même procédé de perçage que le trou débouchant.) Pour respecter la cote de profondeur (10 mm par exemple), il faut</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer jusqu'au diamètre du foret, régler le tambour gradué à 0 (fig. 5a). ➤ Percer, lire la profondeur sur le tambour (fig 5b), ébavurer le trou (fig. 5c). ➤ Contrôler la position, le diamètre et la profondeur du trou. <p>3 Trous sécants à axes perpendiculaires (fig. 6)</p> <p>L'intersection de deux trous pose souvent des problèmes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer le premier trou au diamètre d (fig. 6a). ➤ Réaliser le second trou à un diamètre d_1 (fig. 6b) tel qu'il n'y ait pas d'interférence des deux trous. ➤ Agrandir au diamètre d_2 (fig. 6c). ➤ Ébavurer la pièce, vérifier les diamètres obtenus. ➤ Contrôler la position des trous. 	<p>Fig.4</p>  <p>Fig.5</p>  <p>Fig.6</p> 	Foret	

4) Trou à diamètre supérieur à 18mm

- Brider l'étau ou l'arrêter en rotation par une butée (fig. 7a).
- Centrer le trou, percer un avant-trou d'un diamètre $d = 1/3$ du diamètre à réaliser (fig. 7b).
- Percer le trou au diamètre voulu (D) (fig. 7c).
- Ébavurer la pièce et vérifier le diamètre obtenu.
- Contrôler la position du trou réalisé.

5) Perçage sur plan incliné

a) Sur faible pente (fig. 8)

- Centrer le trou (fig. 8a).
- Percer au diamètre voulu (fig. 8b). (Faible pression sur le foret au début du perçage.)

b) Sur forte pente (fig.9)

- Avant le perçage, on exécute un lamage d'un diamètre supérieur au diamètre du trou à réaliser (fig. 9a). L'axe du foret est perpendiculaire à la surface d'attaque de la pièce.
- Centrer, percer (fig. 9b), ébavurer, contrôler le diamètre et la position du trou.

c) Dans montage d'usinage (fig. 10)

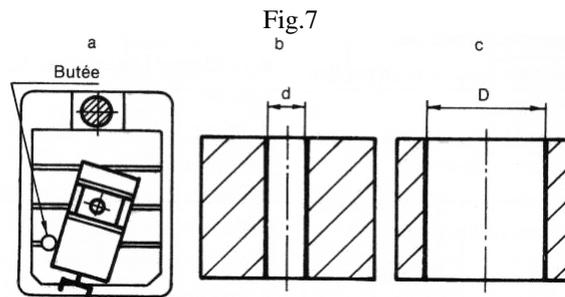
Utilisé pour les travaux de série, le foret est guidé par le canon de perçage. Il faut exercer une faible pression sur l'outil en début de perçage.

6) Sur pièces cylindriques (fig. 11)

- La pièce est montée dans un vé sur une table de perceuse.
- Tracer la pièce, pointer.
- Positionner la pièce à l'équerre par rapport au tracé.
- Engager l'âme du foret à centrer dans le coup de pointeau.
- Maintenir pièce et vé en position par bridage.
- Centrer le trou et percer au diamètre voulu. Ébavurer.
- Contrôler la position et le diamètre du trou réalisé.

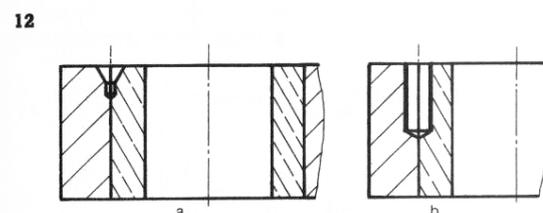
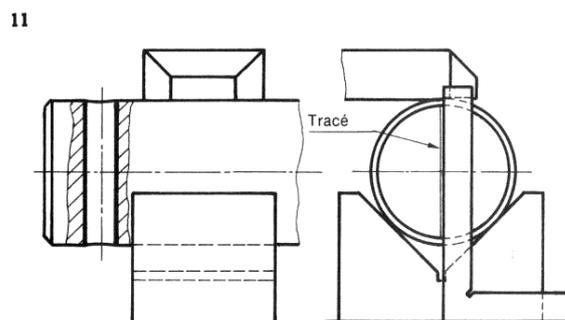
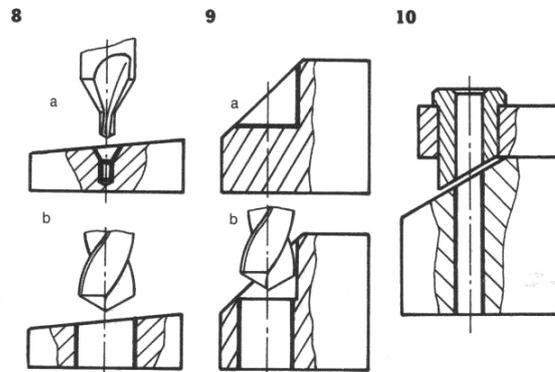
7) Perçage entre cuir et chair (fig. 12).

Positionner les deux pièces entre elles. Excentrer le trou (quelques dixièmes dans le métal le plus dur) au foret à centrer (fig. 12a), avec une faible



Foret à centrer

Foret

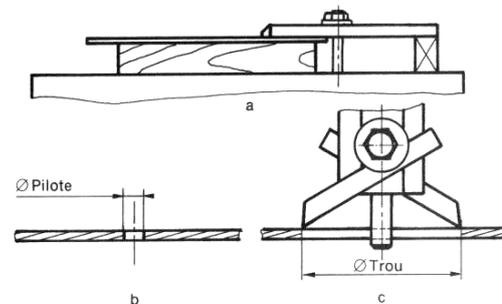


pression d'avance sur le foret.
Perçer avec un foret le plus court possible (et une faible avance sur le foret) (fig. 12b).
Ébavurer les pièces et contrôler la position et le diamètre du trou percé.

8) Perçage sur tôle (fig. 13)

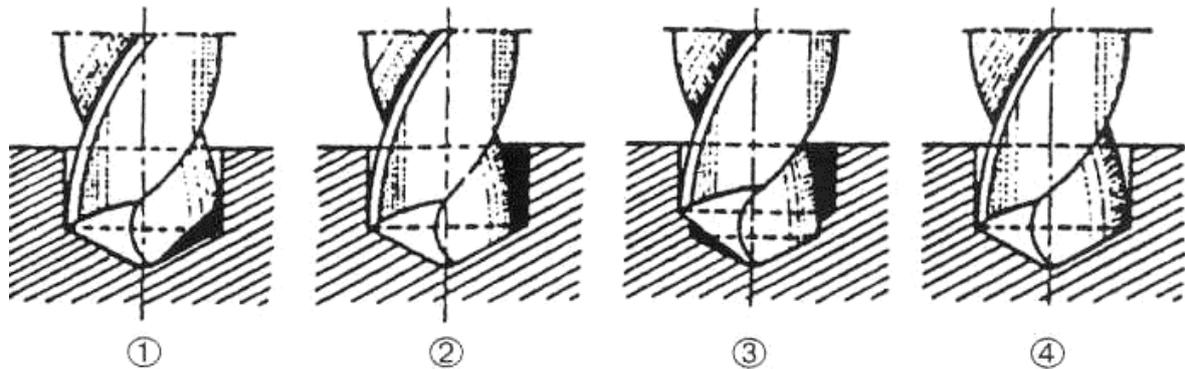
- Immobiliser la pièce par bridage ou pince-bloc ; une cale de bois est nécessaire entre la pièce et la table de la machine (fig. 13a).
- Positionner l'âme du foret dans le coup de pointeau.
- Percer le trou au diamètre du guide ou du pilote (fig. 13b).
- Régler le trépan au diamètre voulu.
- Monter le guide dans le trépan.
- Découper le trou (fig. 13c).
- Ébavurer la pièce.

13



N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p>1) LAMAGE (fig. 14)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre du pilote dl (fig. 14a). ➤ Faire tangentes la fraise à lamer sur la surface de la pièce (machine à l'arrêt). ➤ Régler le tambour gradué à 0 (fig. 14b). ➤ Faire tourner la fraise, descendre de la profondeur h2 (fig. 14c). ➤ Percer au diamètre d2 (fig. 14d). ➤ Ébavurer la pièce. <p>2) FRAISURAGE</p> <p>a. Fraise conique sans pilote (fig. 15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre du passage de la vis dl (fig. 15a). ➤ Régler le tambour gradué à 0 après avoir fait tangenter la fraise sur la pièce, machine à l'arrêt (fig. 15b) ➤ Descendre de la profondeur x (fonction de la vis) (fig. 15c). ➤ Ébavurer la pièce. <p>b. Fraise conique avec pilote (fig. 16)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre du pilote d (fig. 16a). ➤ Régler le tambour gradué à 0 après avoir fait tangenter la fraise sur la pièce (machine à l'arrêt, fig. 16b). ➤ Descendre de la profondeur y (fig. 16c). ➤ Percer au Ødl (fig. 16d). 		Foret	
			Fraise à Lamer	
			Fraise conique	

DÉFAUTS ET QUALITÉ DU PERÇAGE



1. Arêtes de coupe inégalement inclinées : usure exagérée de l'une d'elles, trou ayant tendance à glisser.
2. Arêtes de coupe d'inégales longueurs : agrandissement du trou.
3. Arêtes de coupe inégales et inégalement inclinées : agrandissement du trou plus grand que celui du foret, risque de glissement.
4. Arêtes de coupe égales et également inclinées : trou parfait au diamètre du foret.

VITESSE DE COUPE

Elle s'exprime en mètre par minute pour l'opération de perçage, et se définit par la formule :

$$V_c = \pi DN.$$

N = nombre de tr / min du foret

V_c = vitesse de coupe en m / min

D = diamètre du foret en m.

Nombre tr / min = vitesse de coupe divisée par le périmètre du foret.

La vitesse de coupe est donc la distance parcourue en 1 minute par le listel du foret (en mm). Elle varie en fonction du matériau à percer, de la nature du foret et de son diamètre. Dans le tableau des vitesses de coupe ci-dessous, nous considérons que le foret est en acier rapide supérieur (HSS).

Métal usiné	Vitesse de coupe
Acier doux	25
Acier inoxydable	10
Acier dur	15
Fonte douce	25
Cuivre	50
Laiton	45
Bronze	30
Aluminium	80 à 100

En pratique, pour le nombre tr / min, on adopte le tableau suivant :

Ø en mm	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45
Nbre tr / min	2500	1900	1330	1000	800	670	570	500	445	400	360	265	230	200	190

Puis, on se réfère à l'abaque, généralement collé ou rivé, sur le flanc de la perceuse.

LA LUBRIFICATION

La nature du lubrifiant est à déterminer selon la qualité du métal à percer et le type de travail à effectuer.

<i>Métal à percer</i>	<i>Trous non profonds</i>	<i>Trous profonds</i>
Acier doux et mi-dur	A sec	Huile soluble
Acier inoxydable	Huile soluble	Huile de colza spécial
Aciers spéciaux	Huile de coupe et de colza	Huile de coupe et de colza
Aluminium	A sec	Pétrole, suif et huile spéciale alu.
Cuivre, laiton, bronze	Suif (ou à sec)	Suif (ou à sec)
Fonte dure	/	Suif

- Les huiles entières sont composées d'huile minérale et d'additifs chimiques.
- Les émulsions, micro émulsions correspondent à une dispersion plus ou moins fine d'huile minérale dans de l'eau Cette dispersion est stabilisée par un émulateur. Ces 2 types de fluide se caractérisent par la présence d'une phase aqueuse très importante (environ 95%) par rapport à la phase lubrifiante.
- Les pseudo émulsions se rapprochent fortement des émulsions ou micro émulsions mais certains de leurs composés ne sont pas solubles à l'eau.
- Les solutions correspondent à une dilution extrême des huiles minérales dans un mélange aqueux. Tous les composés sont solubles dans l'eau.

DÉTERMINER UN AVANT TROU

Le perçage à un diamètre supérieur à 10 mm nécessite de prévoir un avant trou dont le diamètre correspond à l'âme du foret de gros diamètre (pour simplifier, on prendra \varnothing avant trou = $1/3 \varnothing$ du gros foret).

SOLUTIONS POUR PERÇAGES DIFFICILES

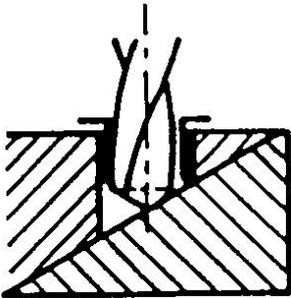
TROUS SECANTS ET TANGENTS

Percer le premier trou et le reboucher (avec un morceau de rond par exemple) pour percer le second trou.

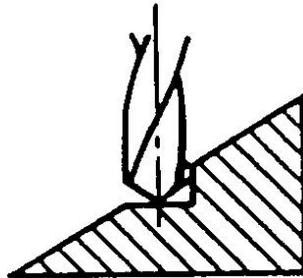
Dans le cas de trous sécants de même diamètre, il existe une méthode (plus longue) qui consiste à percer alternativement sur une petite profondeur jusqu'à obtention de la longueur voulue.

PERÇAGE SUR UN PLAN OBLIQUE

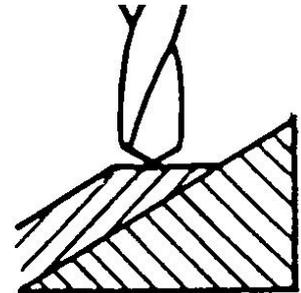
Canon de perçage



Exécution d'une face horizontale à la fraise horizontale



Amorçage sur une face provisoire



Perçage sur un plan oblique ou désaxé un tube rond

Utiliser un foret court et l'affûter à 180°.

Cette solution n'est envisageable que sur une perceuse radiale, à colonne et magnétique. Le bridage de tous les éléments est obligatoire.

Perçage de gros diamètre dans des tôles fines

Si on désire percer des tôles fines avec des forets hélicoïdaux de \varnothing supérieur à 12 mm, il est nécessaire d'intercaler 2 ou 3 épaisseurs de tissu (chiffon) entre le foret et la tôle.

Cela évitera au foret de « brouter », de se bloquer ou déformer la tôle en débouchant et les trous seront parfaitement cylindriques.

PRÉVENTION ET SÉCURITÉ

Il existe des règles élémentaires de protection à respecter et à faire respecter :

- Ne maintenez jamais les pièces à la main, bloquez-les soigneusement.
- Portez des vêtements ajustés et en bon état.
- Il n'est pas conseillé de porter des gants pendant le perçage
- Ne jamais prendre un copeau avec les mains, utiliser un pinceau.
- Portez des lunettes de protection pendant le perçage et le nettoyage à l'air comprimé.
- Utilisez les protecteurs.
- L'utilisation de foret de grand \varnothing avec des perceuses portatives obligent à prendre des précautions pour éviter la rotation de celles-ci (poignées plus longues, second opérateur, etc ...)

ALÉSAGE MANUEL

OBJECTIFS à atteindre :

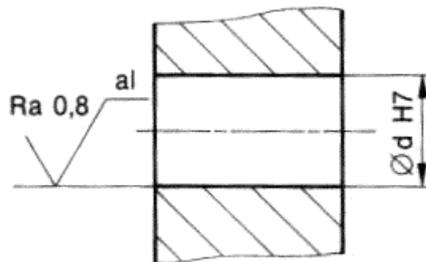
- - Maîtriser les notions concernant l'alésage (définition, les caractéristiques)
- - Savoir les types des alésoirs :
- - Déterminer le diamètre de perçage en vue de l'alésage;
- - Procédure de l'alésage;
- - Application des mesures préventives

1. Définition :

L'alésage consiste à rendre la surface intérieure d'un trou bien lisse, en plus de lui donner un diamètre précis.

L'alésage améliore :

- La précision dimensionnelle (qualité 6, 7, 8).
- La précision géométrique (cylindricité, circularité).
- L'état de surface (Ra 0,4 à 1,6).



2. Caractéristiques des alésoirs :

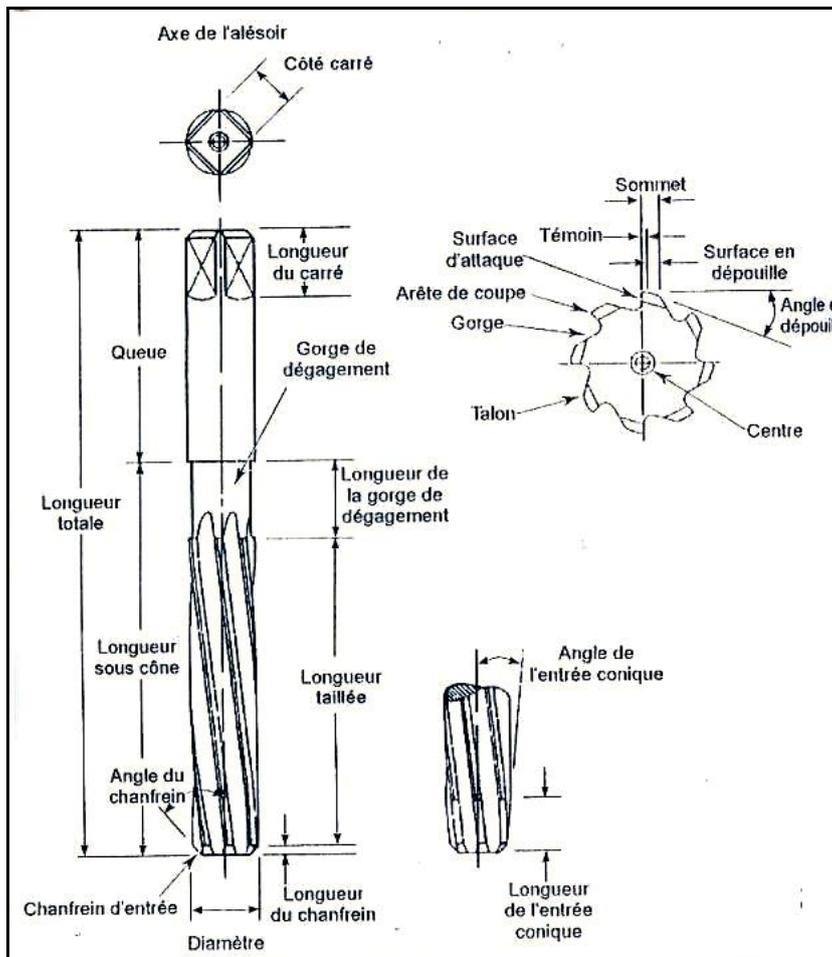
Les alésoirs sont des outils de coupe qui servent, à la suite du perçage, à parachever un trou afin qu'il devienne bien rond, bien droit, précis et lisse. Comme les forets permettent rarement d'obtenir ces résultats, on utilise les alésoirs qui existent en diverses formes et dimensions

De façon générale, on regroupe les alésoirs sous deux familles :

Les alésoirs à machine et les alésoirs à main.

Les alésoirs à main peuvent être droits ou coniques avec une denture droite ou hélicoïdale.

La figure ci- dessous expose les parties d'un alésoir droit à denture hélicoïdale.



3. REMARQUE :

Les alésoirs les plus employés sont :

- alésoir façon paris

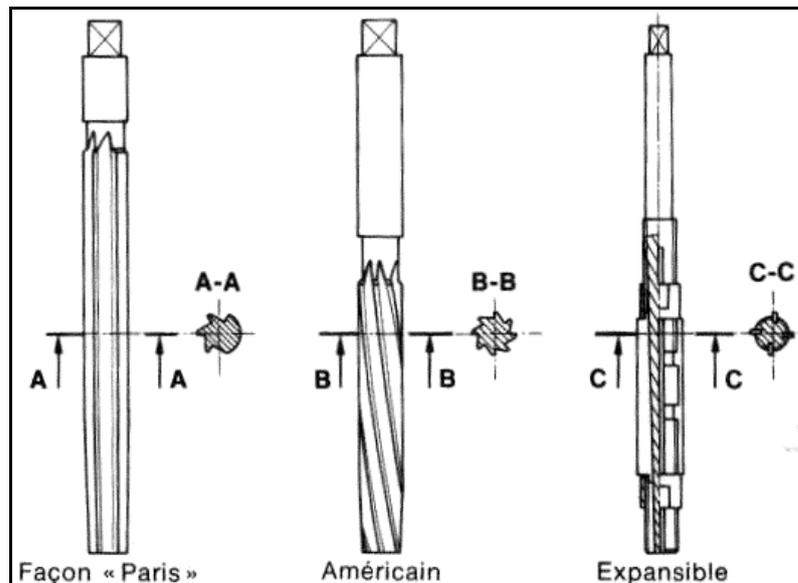


- alésoir américain

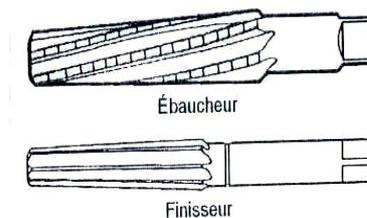


- alésoir expansible





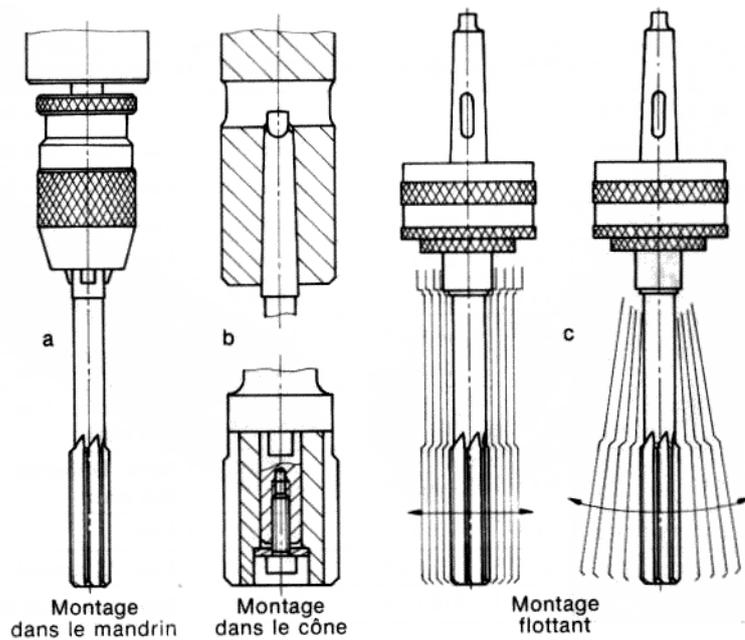
- L'alésoir possède un bout chanfreiné légèrement conique pour faciliter l'engagement de l'outil.
- Les alésoirs coniques permettent d'effectuer la finition d'un trou afin qu'il puisse recevoir une goupille de même forme.



- On peut obtenir des ajustements plus précis en utilisant des alésoirs expansibles. Ils peuvent être à lames ou à vis avec une vis conique qui fait grossir le diamètre quand on le serre. La vérification se fait donc à l'aide d'un micromètre.

4. MONTAGE DES ALÉSOIRS

- Les alésoirs machine peuvent se monter dans le mandrin de perçage (queue cylindrique) (fig. a) ou directement dans la broche (fig. b). Pour obtenir un bon résultat, il est nécessaire d'utiliser un montage flottant, cet appareil permet un centrage et un guidage parfait de l'alésoir dans le trou (fig. c).



CONDITIONS DE COUPE - ALÉSOIRS EN ACIER RAPIDE

Matières à usiner	Vc m /min	f (mm/tr.) suivant		Lubrifiants
		Ø<8	Ø10 à 40	
Aciers doux	10 a 15	0,1 à 0,12	0,15 à 0,35	Huile soluble
Aciers mi-durs	8 a 10	0,1 à 0,12	0,15 à 0,35	
Aciers durs	6 à 8	0,1 à 0,12	0,15 à 0,35	
Fonte malléable	8 à 12	0,15 à 0,2	0,2 à 0,4	À sec
Fonte dure	4 a 6	0,12 à 0,15	0,15 à 0,35	
Laitons	15 a 20	0,15 à 0,25	0,3 à 0,5	Huile soluble À sec
Bronze	6 a 12	0,1 à 0,2	0,2 à 0,45	
Cuivre	10 à 18	0,12 à 0,18	0,15 à 0,4	
Alliages légers	30 à 45	0,12 à 0,18	0,2 à 0,4	Pétrole Huile soluble
Matières plastiques tendres	6 a 10	0,15 à 0,3	0,3 à 0,6	À sec
Matières plastiques dures	4 à 6	0,15 à 0,25	0,25 à 0,45	À sec Air comprimé
Aciers inoxydables	4 a 6	0,05 à 0,08	0,1 à 0,25	Huile soluble

SURÉPAISSEUR D'ALÉSAGE.

- $\text{Ø de perçage} = \text{Ø d'alésage} \times 0,98$
- Dans la pratique, on admet :

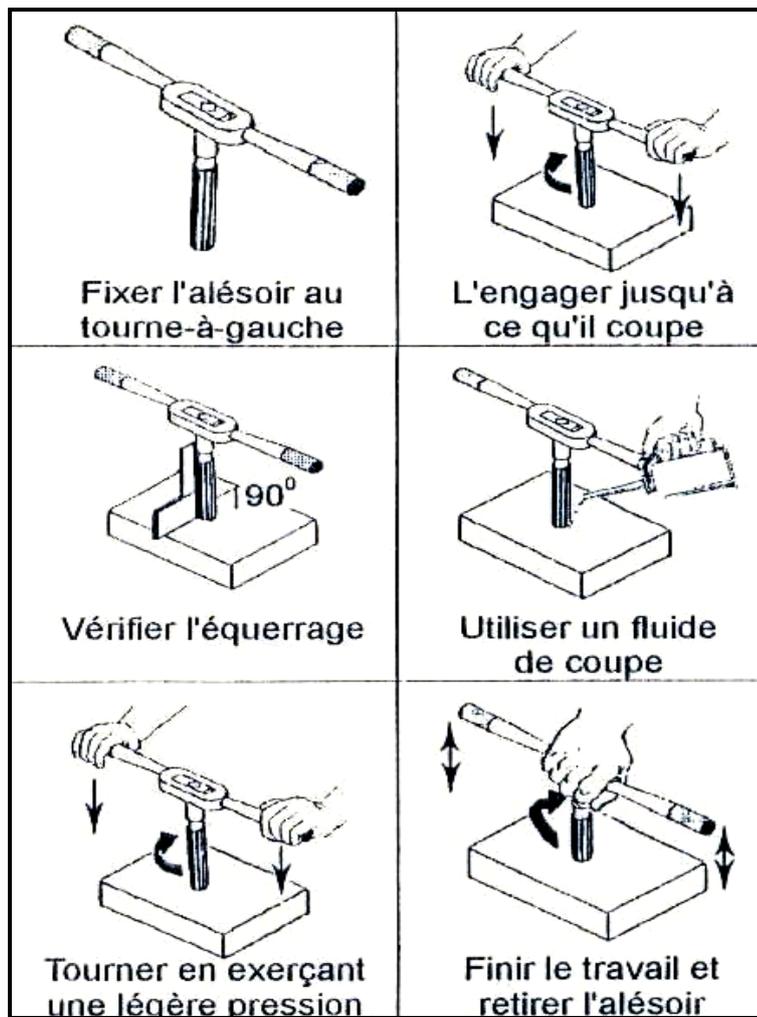
Diamètre d'alésage	Surépaisseur
3-5	0,1 - 0,2
5-10	0,2
10-20	0,2 - 0,3
20-30	0,3 - 0,4
> 30	0,5

5. PROCÉDURE D'ALÉSAGE :

L'alésage manuel doit respecter les étapes suivantes :

- **FIXER** la pièce dans un étau à l'aide des mordaches;
- **FIXER** l'alésoir à une tourne à gauche ;
- **PLACER** l'alésoir dans le trou :
- **EXERCER** une pression égale sur les deux poignées de la tourne à gauche tout en faisant tourner l'alésoir dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce qu'il commence à couper;
- **VÉRIFIER** l'équerrage entre l'alésoir et la pièce ;
- **UTILISER** un fluide de coupe :
- **FAIRE** tourner l'alésoir lentement dans le sens des aiguilles d'une montre en exerçant une légère pression pour qu'il continue de s'enfoncer dans le trou (la vitesse d'avance variera selon le matériau et la quantité de métal à enlever);
- **UTILISER** une seule main en tenant l'alésoir par le centre ; lorsque l'alésoir débouche de l'autre côté du trou ;
- **RETIRER** l'alésoir en continuant de le faire tourner dans le même sens.

NOTE : On doit toujours faire tourner l'alésoir dans le même sens, et même lorsqu'on le retire. Le faire tourner en sens inverse aurait pour effet d'abîmer le tranchant de l'outil.



6. CONSEILS PRATIQUES POUR L'ALÉSAGE :

- a – N'utiliser que des alésoirs en bon état.
- b – Utiliser un bon fluide de coupe pour obtenir un meilleur fini et prolonger la vie de l'outil
- c – Ne jamais inverser le sens de rotation de l'alésoir.
- d – Vérifier l'équerrage dès le début de l'alésage.
- e – Ne jamais tenter d'attaquer une surface inégale avec un alésoir.
- f - Percer un trou dont le diamètre est légèrement inférieur à celui de l'alésage.
- g – Éviter les chocs, nettoyer et ranger les alésoirs.

EXERCICE :

N°	PHASES	SCHEMAS	EXECUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p><u>L'ALÉSAGE CYLINDRIQUE</u></p> <p>Centrer le trou.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre d'ébauche (d - 1 mm pour d < 25 mm) (fig. 1a), ➤ Percer au diamètre de demifinition (fig. 1b). ➤ Ébavurer (fig. 1c). ➤ Monter le tourne-à-gauche sur le carré d'entraînement de l'alésoir ➤ Contrôler la perpendicularité de l'alésoir. Tourner dans le même sens. Une rotation contraire entraîne la rupture des dents de l'outil. ➤ Aléser (alésoir «façon de Paris» ou type « américain ») ➤ Dégager l'outil pour enlever les copeaux en tirant l'alésoir pour le sortir, tout en tournant suivant Mc. ➤ Lubrifier souvent . <p><u>L'ALÉSAGE CONIQUE</u> (fig. 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Maintenir les deux pièces en position et centrer le trou. ➤ Percer au plus petit diamètre du trou (d) (fig. 2a). <p>Le diamètre de perçage peut être mesuré sur la goupille ou calculé par la formule</p> $\text{Ø de perçage} = \text{Ø nominal} - \frac{E \times 2}{100}$ <p>Ø nominal = gros Ø de la goupille. E = épaisseur des pièces assemblées.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aléser les deux pièces assemblées (fig. 2b). ➤ Contrôler souvent l'enfoncement de la goupille. 	<p style="text-align: center;">Fig.1</p> <p style="text-align: center;">Fig.2</p>		

TARAUDE ET FILETAGE

I. DEFINITION :

Un filetage est obtenu à partir d'un arbre ou d'un alésage sur lequel ont été réalisées une ou plusieurs rainures hélicoïdales. La partie pleine restante est appelée : *FILET*.

- Terminologie :

	Une vis est : <i>Filetée</i>
	Un écrou est : <i>Taroudé</i>

II. EMPLOIS :

III. MODES D'OBTENTION :

- avec outil à utilisation manuelle : - **Taroud** (taroudage) ou **Filière** (filetage)
- avec outil de coupe sur Machine Outil : **Outil à fileter**
 - Extérieur : *filetage*
 - Intérieur : *taroudage*

IV. CARACTERISTIQUES DES FILETAGES ET DES TARAUDEGES :



Pour qu'un écrou puisse être assemblé à une vis, les deux éléments doivent avoir les mêmes caractéristiques : *Profil du filet, diamètre nominal, pas, sens de l'hélice et nombre de filets.*

a) PROFIL DU FILET :

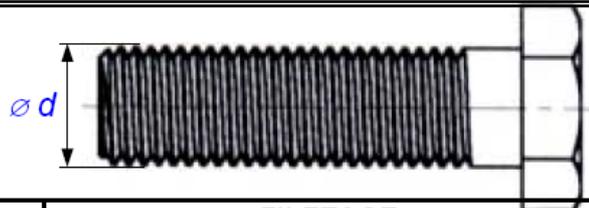
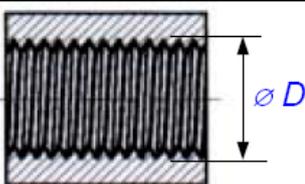
Il existe différents types de profils, nous retiendrons le plus courant (utilisé dans la visserie courante de commerce) : *Le profil métrique ISO*

Symbole du profil métrique ISO : *M*

b) DIAMETRE NOMINAL:

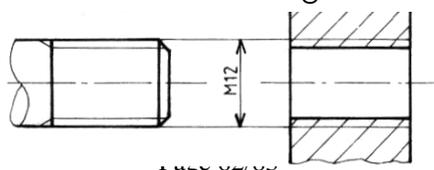


Le diamètre nominal correspond *au plus grand diamètre du filetage (d) ou du taroudage (D).*



TARAUDEGE	FILETAGE
<i>Diamètre (D) mesuré au fond des filets.</i>	<i>Diamètre (d) mesuré au sommet des filets.</i>
Condition de montage : $d = D$	

Représentation d'un taroudage et un filetage :

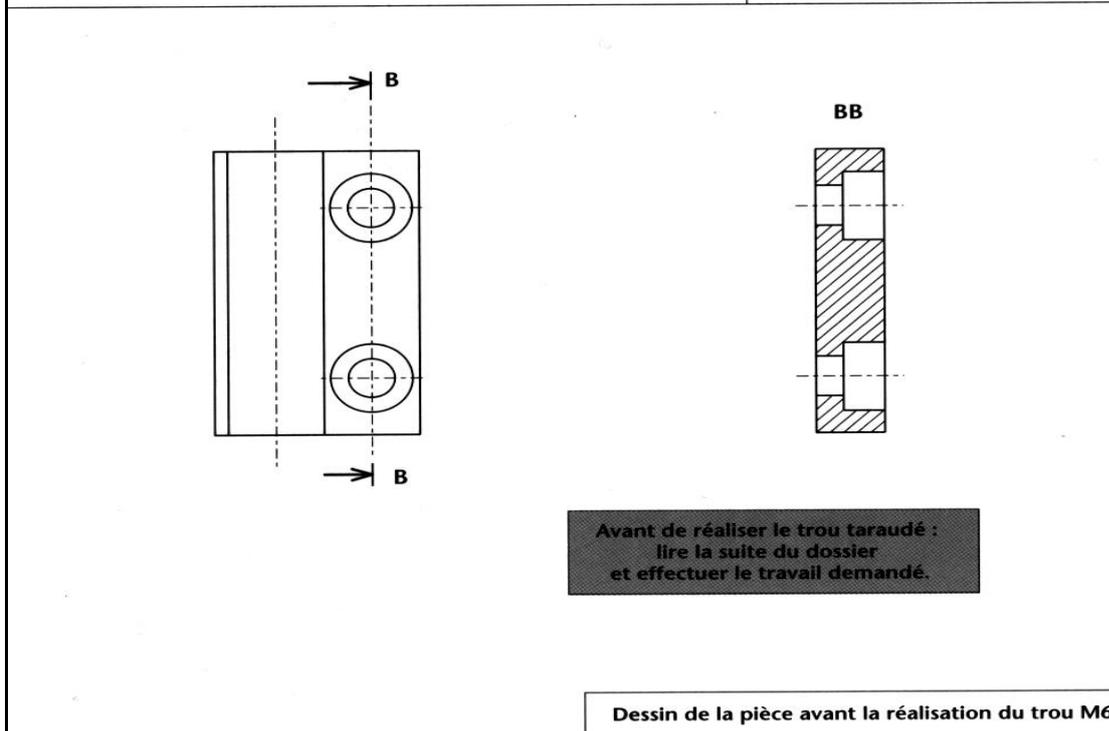
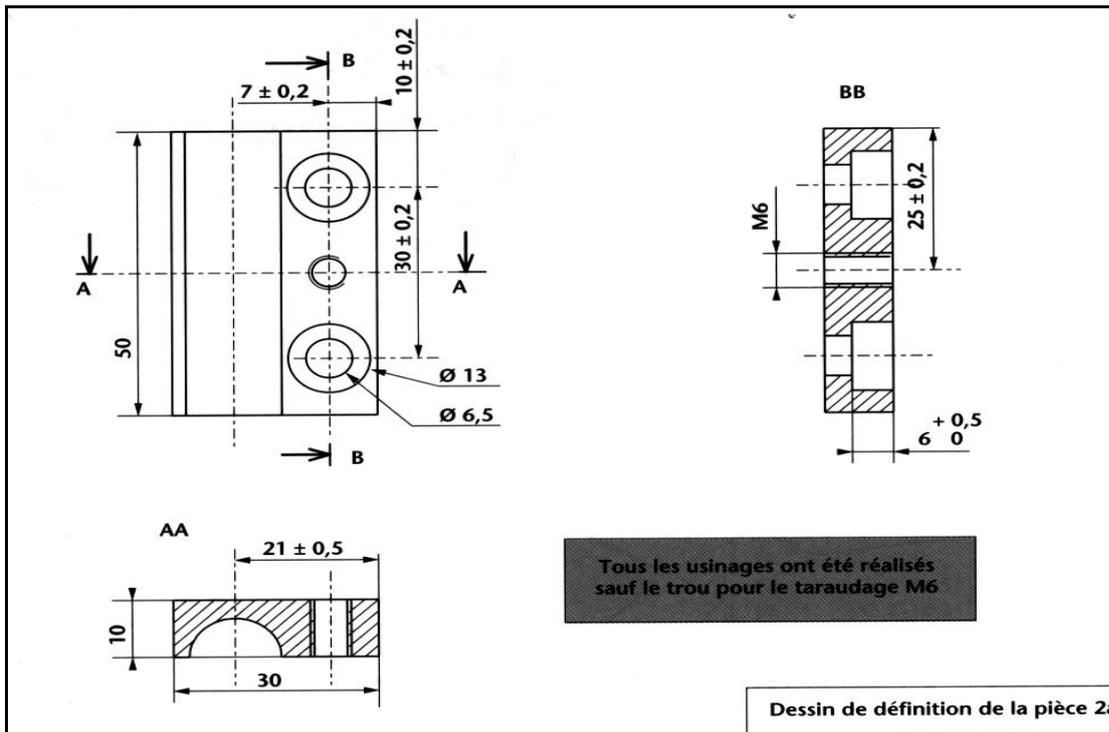


TARAUDAGE

N°	PHASES	SCHEMAS	EXECUTION	
			OUTILS	CONTROLE
	<p>1 TROU DÉBOUCHANT</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre voulu ➤ Chanfreiner le trou des deux côtés de la pièce. ➤ Prendre un tourne-à-gauche approprié (suivant le diamètre et le carré d'entraînement du taraud). ➤ Engager le taraud n° 1 dans la pièce de quelques filets (fig.1). ➤ Contrôler la perpendicularité du taraud suivant deux plans. ➤ Tourner dans le sens Mc pour tarauder la pièce. ➤ Détourner pour briser les copeaux environ tous les 1/4 de tour. ➤ Passer si possible le taraud de part en part dans la pièce. ➤ Lubrifier pendant l'opération de taraudage. ➤ Tarauder ensuite de la même façon avec le taraud n° 2 (semi finisseur) et le taraud n° 3 (finisseur). <p>2. TROU BORGNE (fig. 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Percer au diamètre voulu sur une profondeur y, ➤ Chanfreiner le trou. ➤ Engager le taraud dans le trou. ➤ Mesurer la cote L. ➤ Tarauder jusqu'à la cote X; $X = (L - e)$; e = profondeur du taraudage dans la pièce. <p>REMARQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> • La méthode de taraudage d'un trou borgne est la même que celle d'un trou débouchant. 	<p>Fig.1</p>	Foret	Équerre
		<p>Fig.2</p>		Réglet

EXERCICE :

RÉALISER, A LA MAIN, UN TARAUDAGE



RÉALISATION DE LA PIÈCE 2A

L'usinage du filetage dans le trou coté M6 se fera en pratiquant :

=> **Un taraudage manuel.**

Le taraudage est l'opération qui consiste à tailler à l'aide d'outils appelés **tarauds**, des filets hélicoïdaux dans **un trou percé à un diamètre égal au DIAMÈTRE NOMINAL moins LE PAS.**

Voir ci-contre un extrait du tableau des pas normalisés.

Diamètre	Pas
M3	0,5
M4	0,7
M5	0,8
M6	1
M8	1,25
M10	1,50
M12	1,75
M16	2

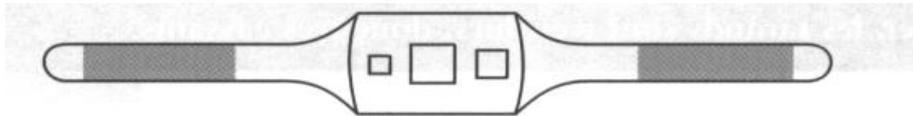
Compléter le tableau ci-contre des diamètres de perçage

Diamètre	Perçage
M3	Ø 2,5
M4
M5
M6
M8
M10
M12
M16

La manœuvre du taraud s'effectue avec **une tourne à gauche**

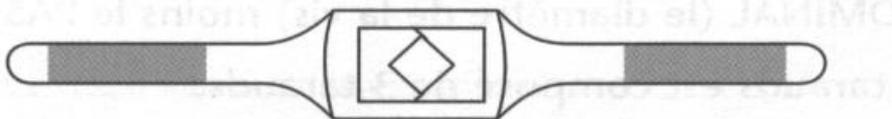
Il peut comporter un ou plusieurs trous de section carrée pour l'entraînement du taraud.

Choisir le trou qui s'ajuste le mieux sur le carré du taraud.

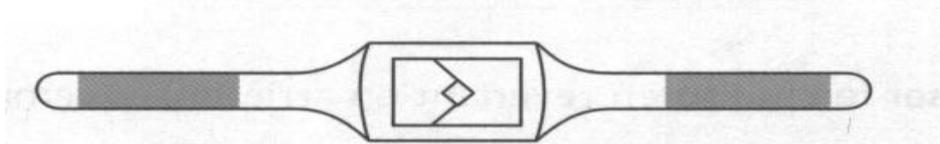


Il peut être à **ouverture réglable**; la fermeture ou l'ouverture s'obtient en tournant les poignées d'entraînement de la tourne à gauche.

Presque complètement ouvert



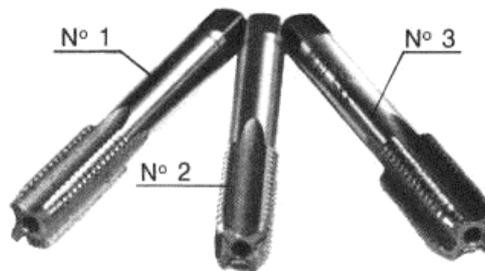
Presque complètement fermé



MODE OPÉRATOIRE

- Serrer la pièce de façon que l'axe du trou soit vertical.
- Choisir dans la boîte de tarauds, le taraud n° 1 (voir ci-contre).
- Orienter le taraud dans les 2 plans verticaux avec une équerre (voir figure ci-contre).
- Appuyer (légèrement) pour faciliter l'amorçage.
- Tourner régulièrement dans le sens horaire (vue de dessus).
- Lubrifier à l'huile de coupe.
- À chaque tour, revenir en arrière d'un quart de tour pour casser le copeau, c'est le «débouillage».

Les tarauds à main



Les boîtes comportent en général trois tarauds numérotés de 1 à 3, destinés à former progressivement le filet.

N° 1 : taraud d'ébauche, les filets sont abattus sur toute la longueur du taraud.

N° 2 : taraud de demi-finition, les filets sont abattus sur la moitié de la longueur du taraud.

N° 3 : taraud de finition, aucun filet n'est abattu.

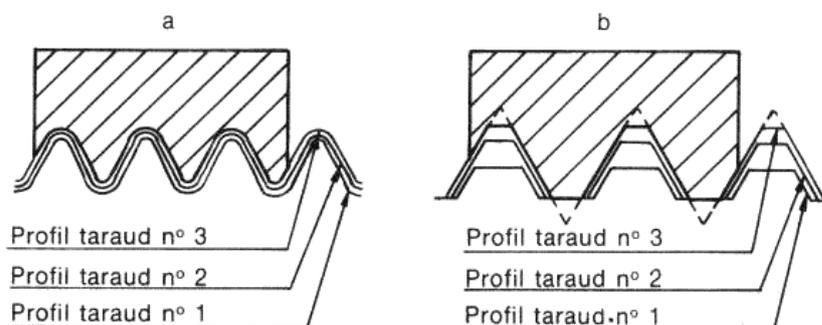
On distingue deux principaux types de tarauds

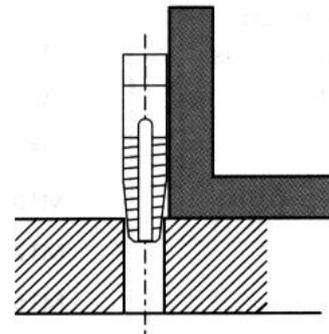
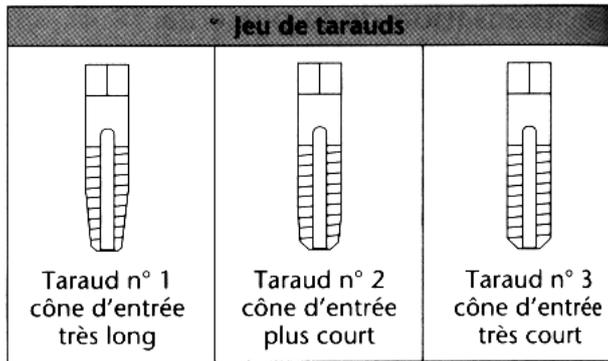
➤ À entrée conique

Le profil du filet est identique sur les trois tarauds; l'importance de l'entrée conique diminue progressivement sur les tarauds. (Rendement faible, fragile, de moins en moins utilisés.)

➤ Étagé

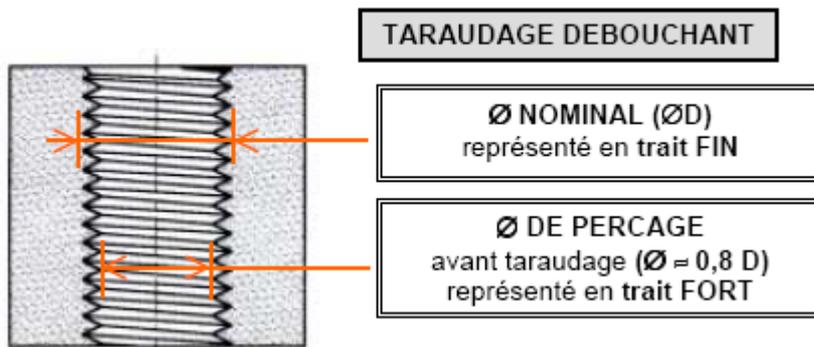
Variation du profil du filet (a et b), coupe progressive. (Bon rendement, de plus en plus utilisés.)





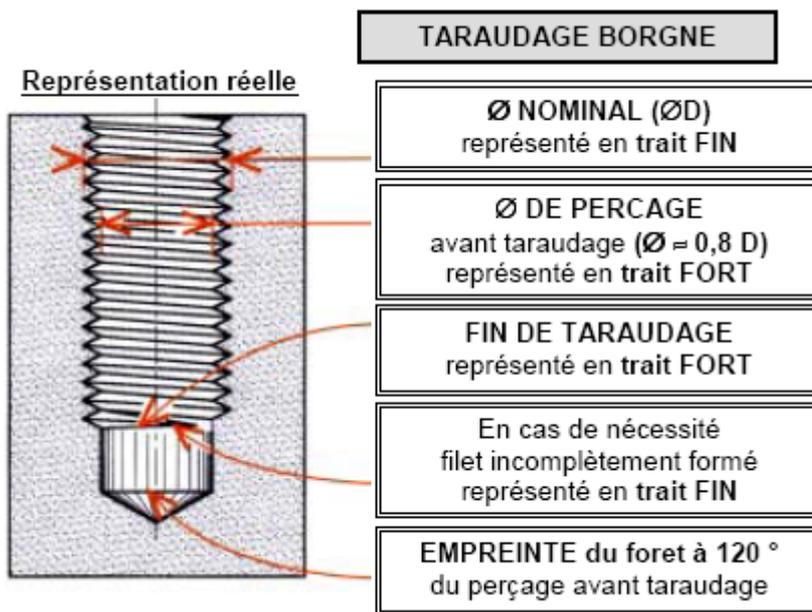
Cas du Taraudage débouchant

- Le taraud doit déboucher largement de l'autre côté du trou.
- Retirer alors le taraud en dévissant
- Passer les tarauds n° 2 puis n° 3.
- Nettoyer et contrôler à l'aide d'une vis.



Cas du taraudage non débouchant (dans un trou borgne)

- Dès que le taraud « FORCE », le remonter en dévissant.
- Si le taraud appuie sur des copeaux tombés au fond du trou : dévisser, démonter la pièce, faire tomber les copeaux. Si vous utilisez la soufflette pneumatique mettez des lunettes.
- Repasser le taraud N° 1 jusqu'à ce qu'il touche au fond : la résistance devient plus forte.
- Pratiquer de la même façon avec les tarauds n° 2 puis n° 3.
- Nettoyer et contrôler à l'aide d'une vis.



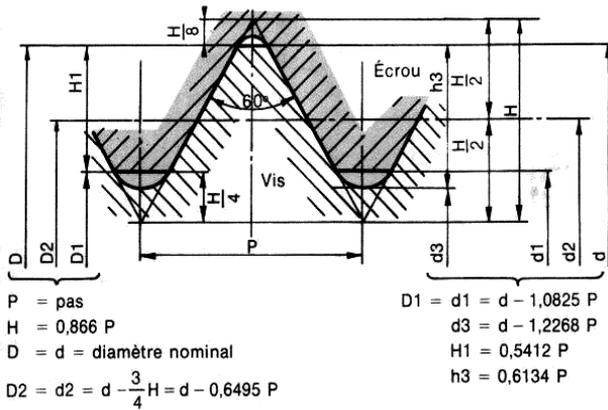
**Dans tous les cas Ne jamais forcer.
Les tarauds sont très durs, donc très cassants.**

DIFFÉRENTS PROFILS DE FILETAGE

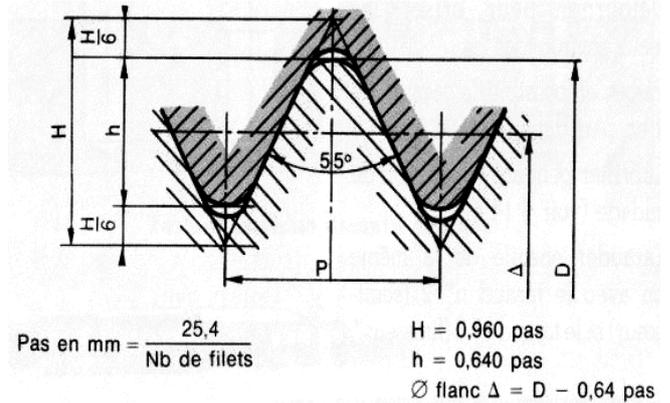
La forme et les dimensions des filets sont normalisées ; deux types sont fréquemment réalisés :

- type « ISO » pour toute la visserie en mécanique
- type « Gaz » pour les assemblages de tubes et de raccords pour assurer l'étanchéité (circuits pneumatiques, hydrauliques...).

FILETAGE MÉTRIQUE ISO



FILETAGE AU PAS DU GAZ POUR TUBES



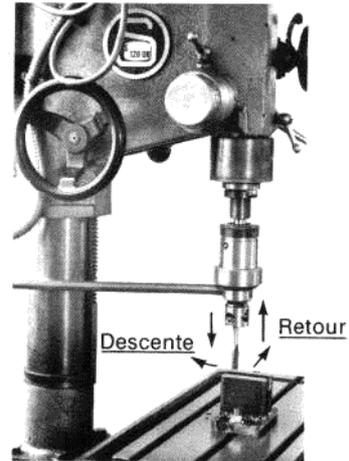
Ø nominal	Pas	Ø de perçage
4	0,70	3,30
5	0,80	4,20
6	1	5
8	1,25	6,70
10	1,50	8,50
12	1,75	10,25
14	2	12
16	2	14
18	2,5	15,50
20	2,5	17,50
22	2,5	19,50
24	3	21

Ø nominal		Pas		Ø perçage
Pouces	mm	Filets au pouce	en mm	
1/8	9,73	28	0,907	8,70
1/4	13,15	19	1,337	11,75
3/8	16,66	19	1,337	15,25
1/2	20,95	14	1,814	19
5/8	22,91	14	1,814	21
3/4	26,44	14	1,814	24,5
7/8	30,20	14	1,814	28,25
1"	33,25	11	2,309	30,50

TARAUDAGE MACHINE

Pour le taraudage d'une série de trous, on utilise

- Une taraudeuse,
- Un appareil à tarauder monté sur une perceuse.

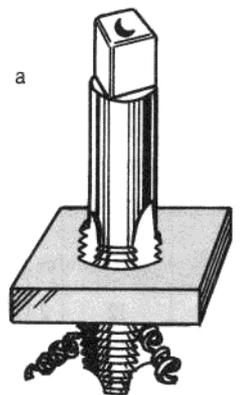


1) Les tarauds machine

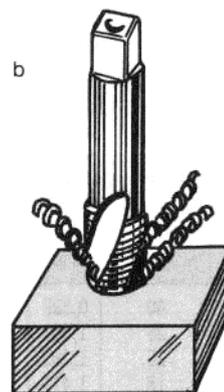
Ils permettent d'obtenir des filetages en une seule passe.

Choisir le type de taraud en fonction du travail à exécuter.

Trous à tarauder Débouchants	Profondeur Inférieure ou égale au diamètre du taraud Supérieure au diamètre du taraud Très faible (tôles)	Tarauds à utiliser Tarauds à entrée « Gun » pour chasser les copeaux vers l'avant (fig. a) Tarauds à filets alternés coupe « Gun » ou coupe à droite Tarauds sans goujure (par refoulement de matière)
Borgnes	Égale au diamètre du taraud Supérieure au diamètre du taraud	Tarauds à coupe droite Tarauds à filets alternés à coupe droite ou à goujures hélicoïdales à droite pour remonter les copeaux (fig. b)



Taraud à coupe « GUN » pour trous débouchants



Taraud à goujures hélicoïdales à droite pour trous borgnes

2 Calcul de diamètre de perçage

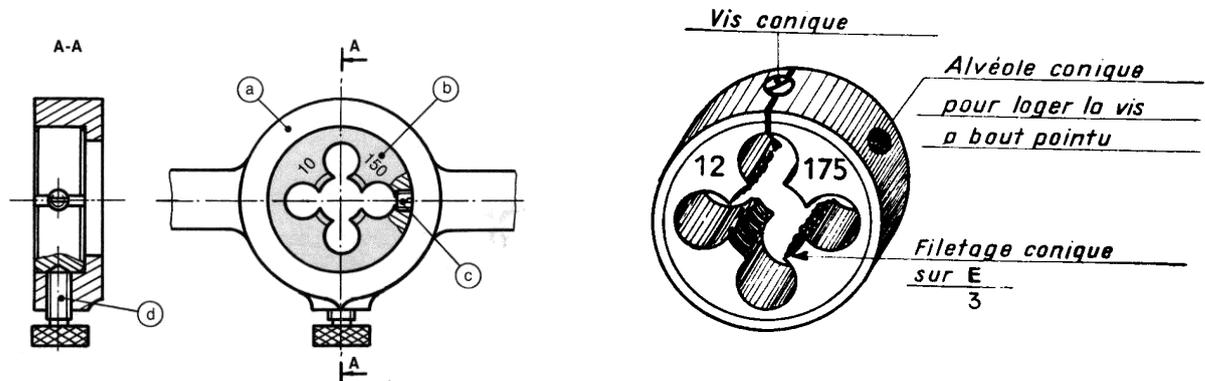
Diamètre de perçage avant taraudage = diamètre nominal - pas.

FILETAGE À LA MAIN

Le filetage à la main se pratique sur des pièces unitaires et pour des retouches. Le travail s'effectue sur des petits diamètres (maximum 60 mm) d'une longueur peu importante.

1 PRINCIPALES FILIÈRES

a) Filière ronde extensible



Fabriquée en acier rapide, elle a peu de réglage; cette filière est à éviter pour le filetage des gros diamètres. Elle trouve son application dans les travaux de retouche.

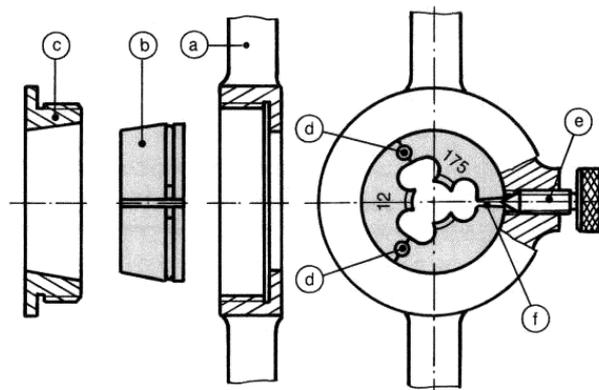
Réglage de diamètre de filetage

Le réglage du diamètre s'effectue par la vis conique c. Le diamètre maximum est obtenu lorsque c est vissée (extension de la filière).

➤ Montage de la filière/porte -filière

Positionner l'extrémité de la vis -pointeau d dans l'empreinte pour assurer l'arrêt en rotation de la filière dans la porte -filière en cours d'usinage. L'entrée de la filière est toujours du côté de l'inscription.

b) Filière type « LC »



Cette filière est constituée par trois coussinets b, en acier rapide ou acier spécial articulés sur deux axes d.

Réglage du diamètre de filetage

Le diamètre se règle en tournant la pièce c et la vis -pointeau e. Ces deux pièces doivent être serrées après réglage. Pour augmenter le diamètre de filetage, débloquer c et visser e dans f pour écarter les coussinets.

➤ Montage de la filière/porte -filière

La rainure f est positionnée face à la vis e; les coussinets b dont la forme extérieure est conique viennent en appui dans la pièce c.

Exercice

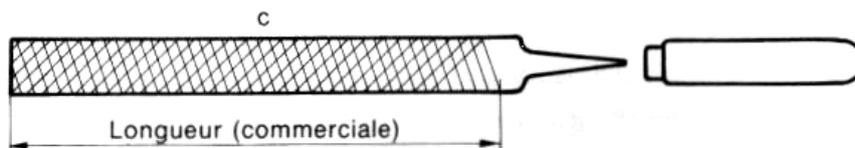
1. Quel est le but de filetage ?
2. Définir le taraudage et le filetage.
3. Quels sont les différents profils de filetage ?
4. Combien de taraud que doit-on utiliser pour :
 - Taraudage manuel
 - Taraudage machine
5. Calculer le diamètre de perçage pour tarauder un diamètre M12
6. Quels sont les outils de filetage à la main ?
7. Calculer le diamètre de tournage pour fileter un diamètre M14
8. Décrire le mode opératoire de taraudage et de filetage

LIMAGE

1. Définition :

Le limage c'est une opération qui consiste à dresser des pièces à l'aide d'un outil appelé lime. Cet outil porte à sa surface des aspérités qui le rendent capable à enlever de la matière. Les travaux de limage sont réalisés sur des pièces unitaires ou des prototypes de faible dimension.

Le limage est une opération de finition qui s'applique à des travaux impossibles à réaliser sur les machines-outils, ou qui demanderaient un temps d'exécution trop long.



2. Caractéristiques de la lime

Elle se caractérise par :

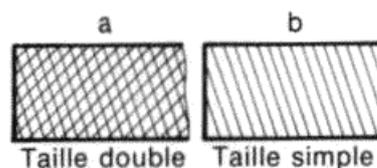
- La longueur commerciale;
- La forme ;
- La taille ;
- Le degré de taille.

3. Exemple de commande d'une lime :

Lime plate	demi- douce	de 200 mm
Forme	degré de taille	longueur commerciale

4. Taille d'une lime :

La taille d'une lime est la manière dont elle est striée. Les plus courant sont : taille simple, taille double.



La double taille (fig. 1a) donne un excellent dégagement des copeaux.

La simple taille (fig. 1b) s'emploie :

- Pour enlever une faible quantité de matière.
- Pour obtenir un très bon fini de la surface.

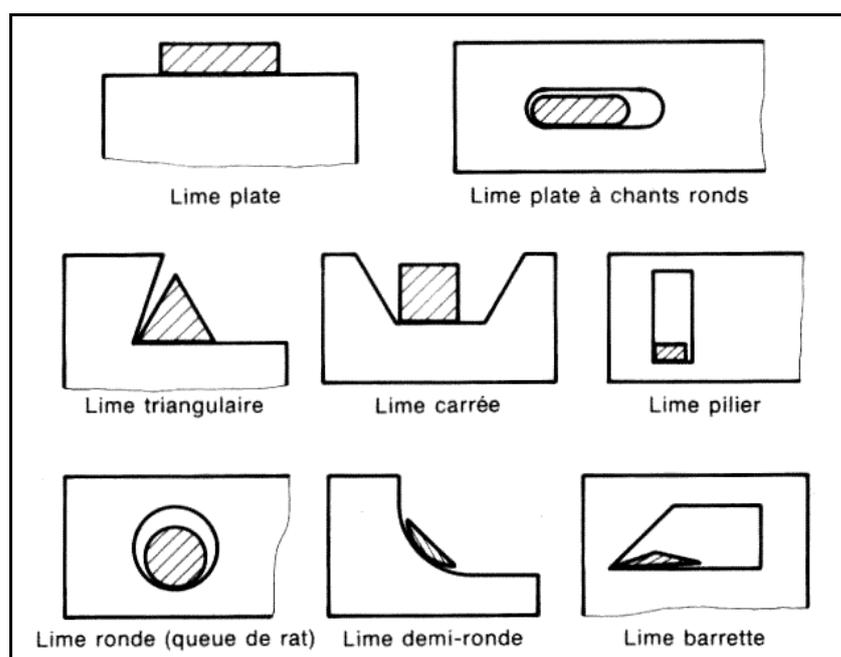
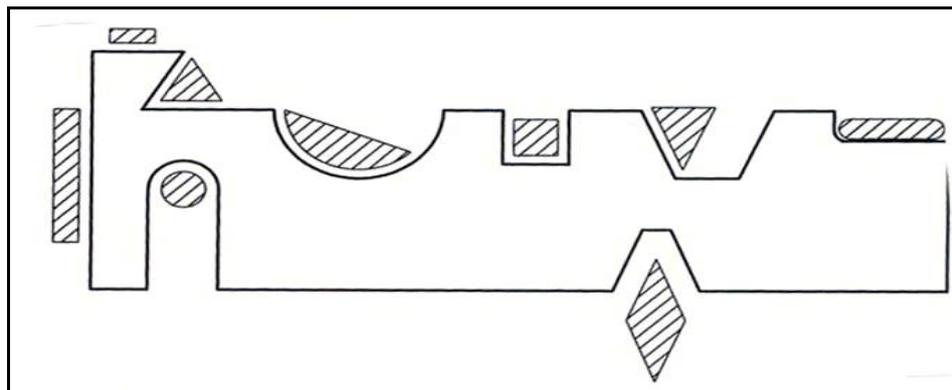
5. Degré de taille

Trois grandes catégories pour chaque longueur de lime : bâtarde, mi-douce, douce.
 Pour l'ébauche (surépaisseur > 0,2 mm) utiliser une lime bâtarde; pour la finition une lime mi-douce ou douce.

Taille Longueur	Bâtarde	Demi-douce	Douce
100	16	20	25
150	12	17	22
200	10	15	19
250	9	13	17
300	8	11	15
350	7	10	14
400	6	9	13

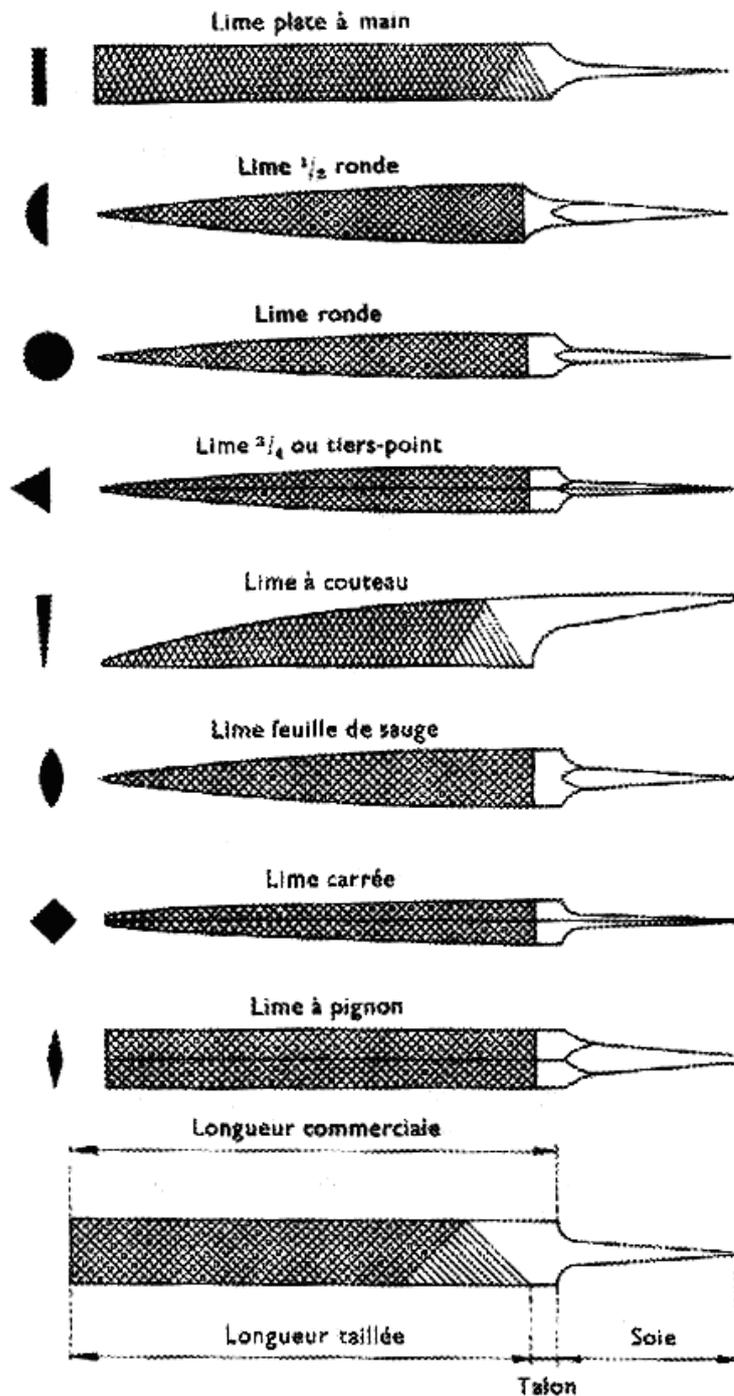
6. La forme

La forme de la lime est fonction du travail à réaliser.



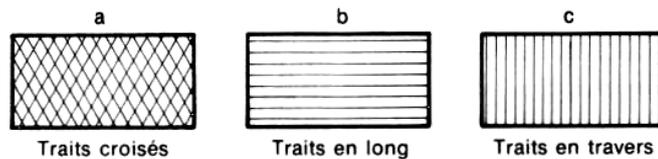
Différentes sortes de limes

Les limes les plus utilisées sont :

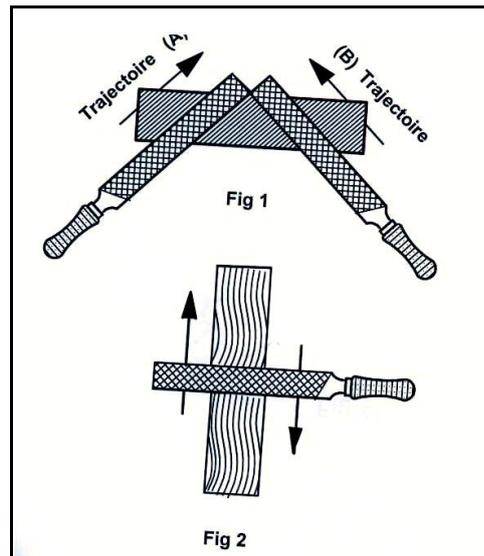


7. Utilisation des limes.

TRAITS DE LIMAGE :



Limage à traits croisés et en long :



1. Définition

C'est une action qui consiste à croiser les traits de limage ou de tirer suivant la longueur de la pièce.

2. But :

Les limages à traits croisés et à traits en long ont pour but :

- d'éviter l'apparition des rais profonds sur la surface.
- d'obtenir un meilleur état de surface ;
- de faciliter le glissement des surfaces lisses ;

3. Méthode d'exécution

Limage à traits croisés :

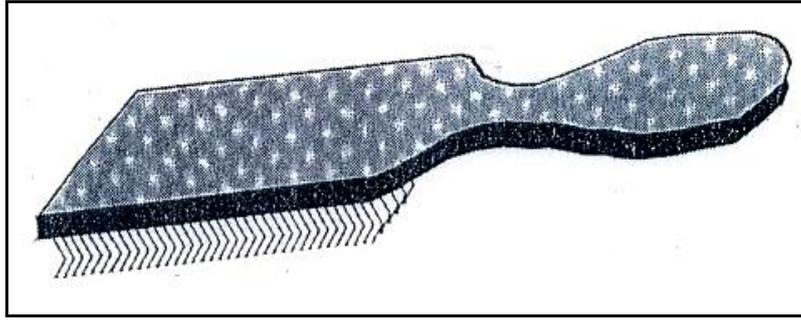
Il est exécuté sur des surfaces très larges, en limant suivant deux directions **a** et **b**, en tenant à gauche puis à droite de l'étau de façon que l'inclinaison des traits soit orientée à 45° par rapport aux bords de la pièce (Fig. 1).

Limage à traits en long :

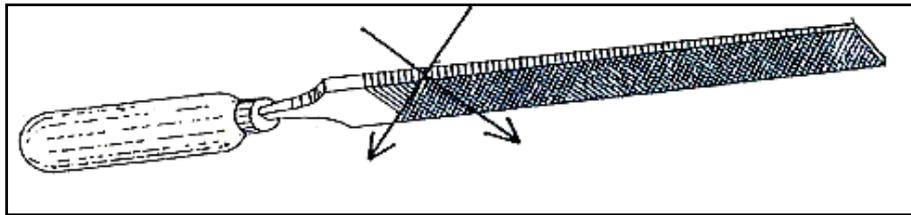
Il n'est exécuté qu'après les traits croisés lorsque les surfaces sont parfaitement dresser et très près de la cote à quelques centièmes de mm en utilisant une lime douce tenue avec les deux mains et manœuvrée dans le sens de la longueur de la pièce.

Nota : Il faut enduire la lime avec de la craie pendant l'exécution des traits en long.

8. LA CARDE À LIME



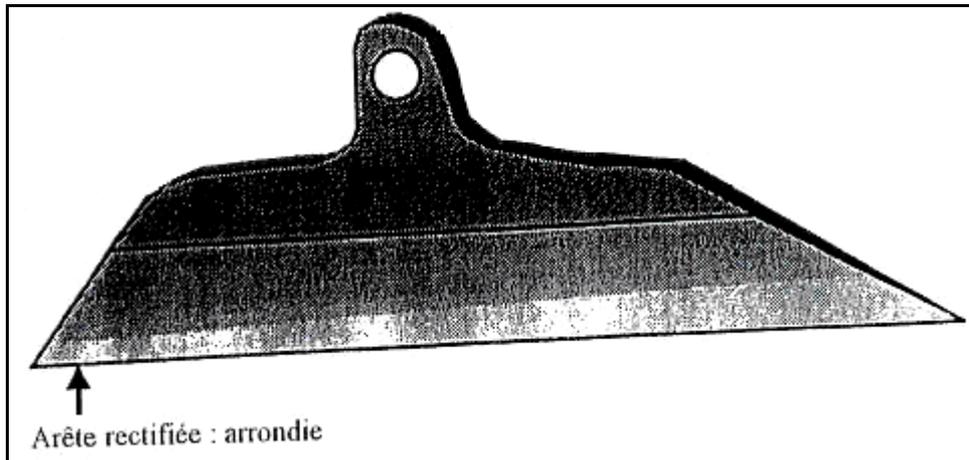
La carde à lime est une brosse spéciale pour décrasser les limes.



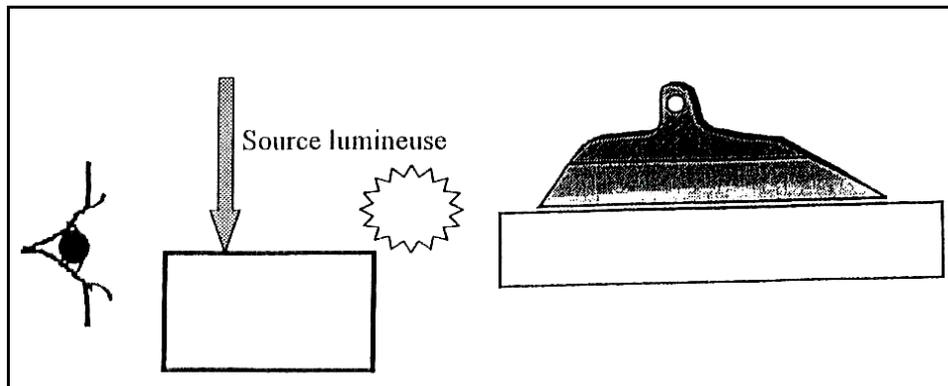
Elle est passée par le corps de la lime parallèlement au sens de taille des dents lorsque ces dernières sont encrassées.

NOTA : La carde à lime n'est pas une brosse métallique. Elle doit être utilisée que pour décrasser les limes. Ne pas poser cet outil dans la poussière ou sur une surface grasse.

9. RÉGLET D'AJUSTEUR



Cet outil permet de vérifier la planéité des surfaces.



La planéité est correcte lorsque le réglet posé sur la surface à contrôler, laisse passer une raie de lumière uniforme sur toute la longueur de la portée.

- NOTA :
- Le réglet d'ajusteur est un outil de précision.
 - Il devra être posé dans son coffret lorsqu'il n'est pas utilisé.
 - L'arête rectifiée ainsi que la pointe peut présenter des risques de blessures.

EXERCICES :

1. Limage plan

Serrer correctement la pièce :

- Mal serrée (fig. 1 a).
- Bien serrée (fig. 1 b).

Choisir la lime, suivant :

- la quantité de matière à enlever e , (fig. 2)
- la largeur de la surface à limer L . (fig. 3)

Limage :

Limer suivant une inclinaison en fonction de la largeur de la surface à limer : L (fig. 3)

Déplacer la lime latéralement d'une demi largeur $1/2$ (fig. 4).

Pratiquer 3 ou 4 passes croisées.

Répartir les efforts F_1 , et F_2 en fonction de l'avance de la lime (fig. 5).

Contrôle

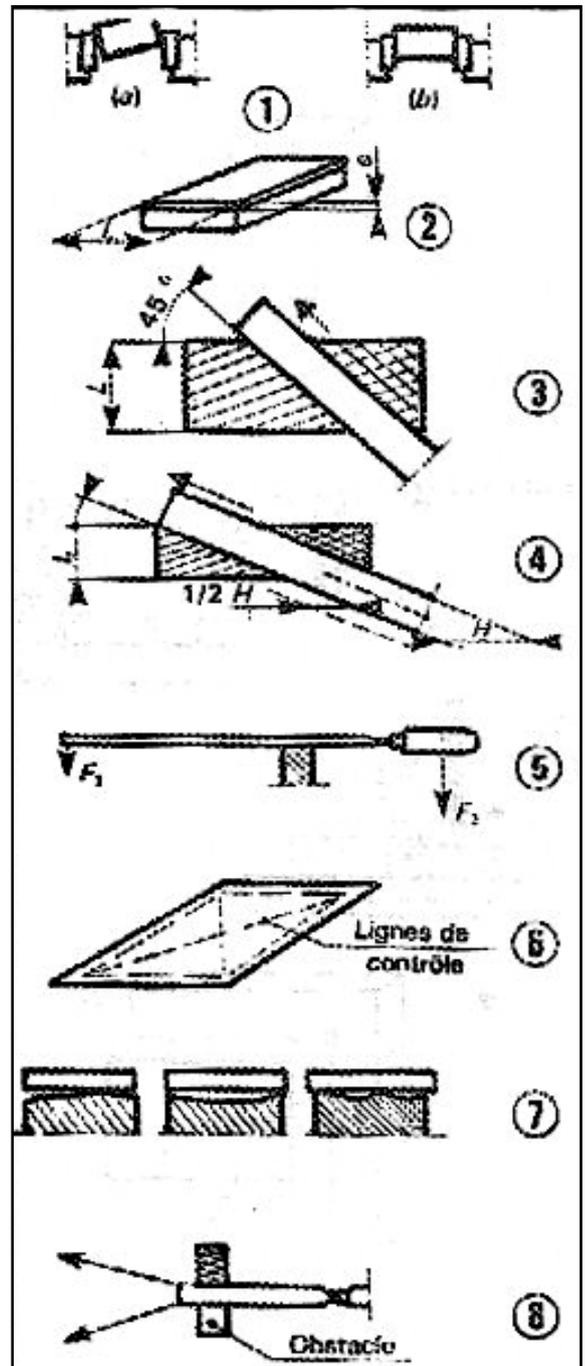
Démonter la pièce de l'étau.

Prendre un réglelet ou une équerre (suivant importance de la surface à contrôler).

Le réglelet ou l'équerre est incliné et posé sur le plan suivant 6 lignes principal de contrôle (fig. 6).

Procéder au contrôle par visées suivant les 6 lignes principales indiquées puis faire glisser l'instrument de contrôle sur les lignes intermédiaires (fig. 7).

NOTA dans le cas obstacle procéder par trajectoires inclinées (fig. 8).



2. Limage Surfaces perpendiculaires

- Prendre une pièce brute parallélépipédique (fig. 1).

Usiner une face **A** à l'aide d'une lime bâtarde 250 et finition avec une lime 1/2 douce 200.

- Placer les mordaches dans l'étau.

Ébaucher la 2^e face **B**

- Régler le comparateur à l'aide d'un cylindre étalon (fig. 2).

- Vérifier la rectitude de à l'aide d'une réglette.

Placer la pièce suivant la figure 2.

- Contrôler l'équerrage par lecture sur le comparateur

- Déplacer la pièce latéralement.

- Placer la pièce sur un marbre (fig. 3).

- Placer une règle de contrôle d'équerrage,

- Monter un palpeur micrométrique.

- Maintenir la pièce immobile.

- Palper de bas en haut en divers points latéralement.

- Retoucher à raide de la lime bâtarde ou 1/2 douce suivant l'importance de la matière à enlever.

- Lorsque les écarts sont au maximum de 0,20 mm cesser les retouches (fig. 4).

- Noter les écarts qui subsistent.

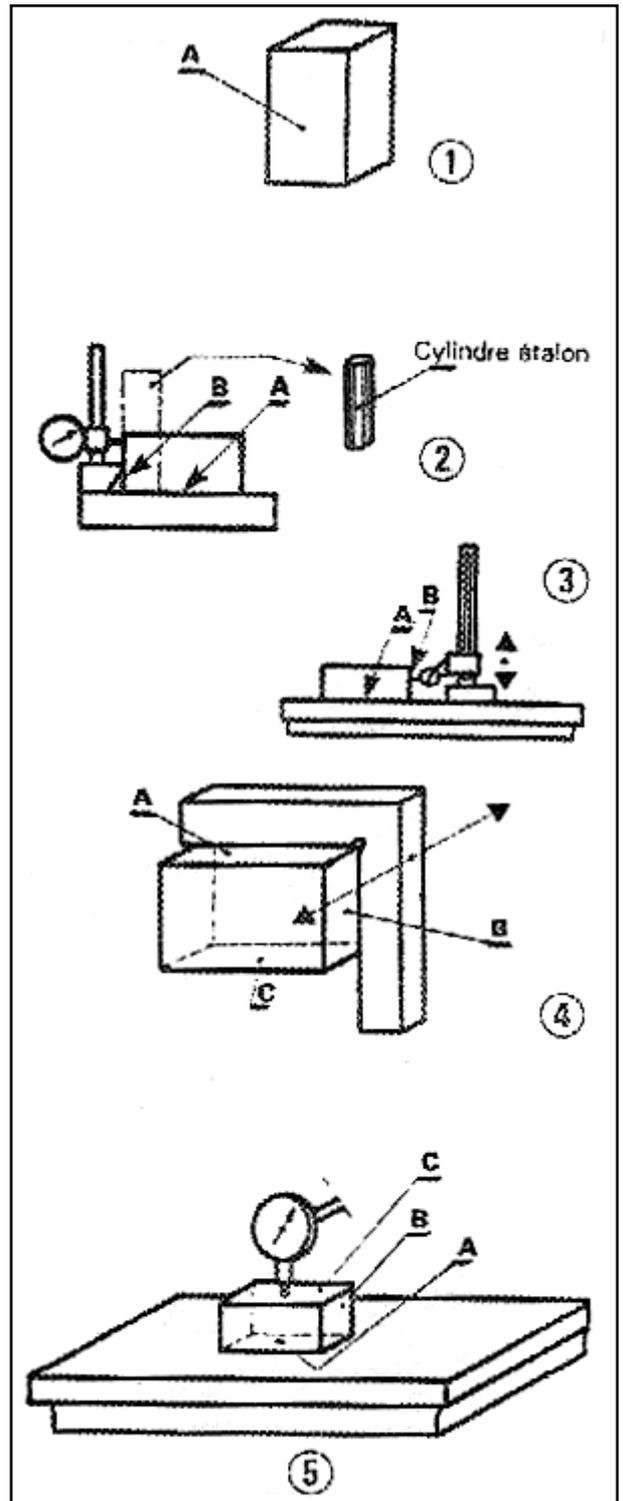
Surfaces parallèles

Usiner la face **C** et contrôler tel que pour la surface **B** (fig. 2) (Cette face étant parallèle à A) avec retouche telles que sur la figure 3.

- Placer la pièce sur un marbre la surface A appuyée sur le plan du marbre (fig. 5).

- Faire parcourir un comparateur sur la face parallèle à A.

- Noter les écarts de parallélisme.



3. Limage plans \perp

Traçage - perçage (fig. 1a)

- Tracer A et B ainsi que les traits de coupe.
- Tracer l'axe des trous à $B-C=B-d/2-0,3$.
- Calculer le nombre de trous : $n = (A-0,6) / d$
- Pointer les trous pour percer à $d-0,2$.
- Percer en commençant par les trous extrêmes puis les trous non adjacents et enfin les trous restants.
- Amorcer le sciage à l'aide d'une lime carrée suivant croquis.

Sciage

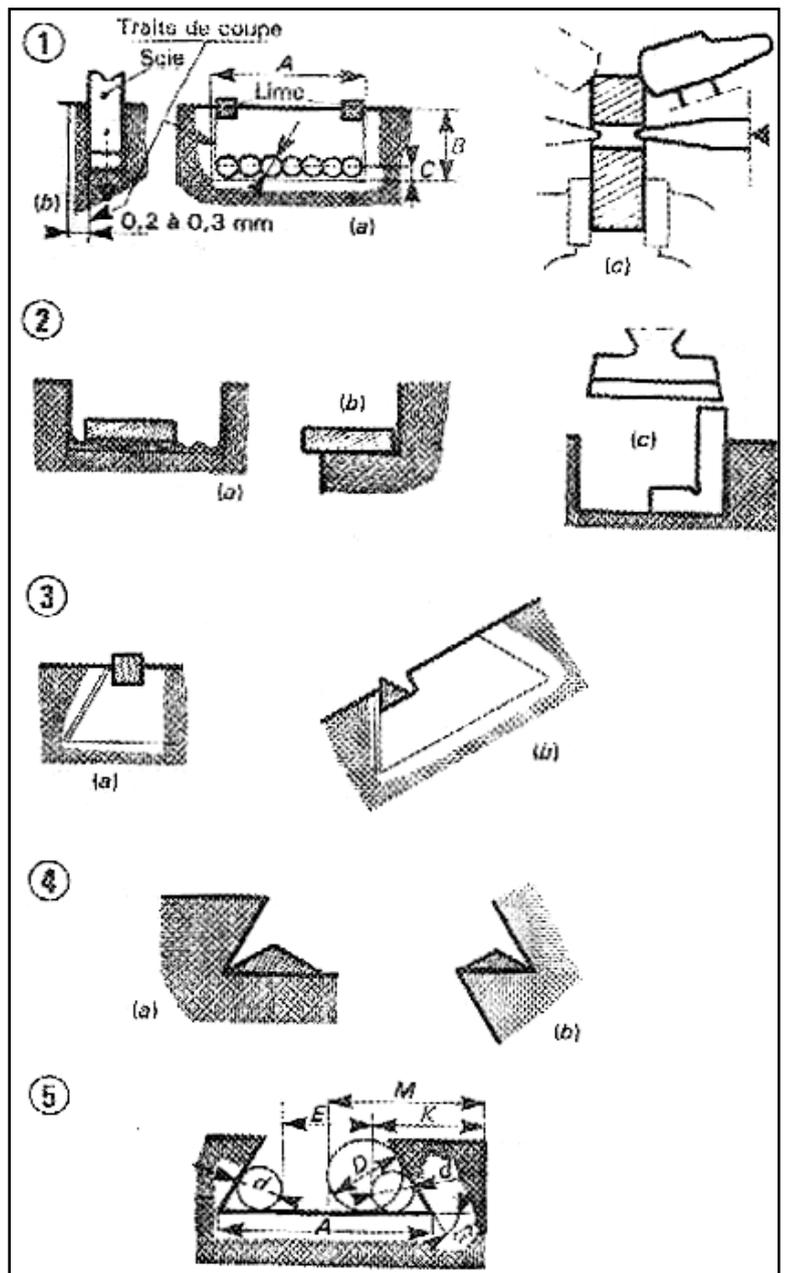
- Scier en suivant le tracé (fig. 1b). Extraire la partie d'ébauche en coupant les inter-trous au burin et marteau de part et d'autre suivant le besoin (fig. 1c).

Limage (fig. 2)

- Limer en ébauche à l'aide d'une lime bâtarde.
- Tourner de 90° pour limer les autres plans.

Contrôle

- Contrôler les rectitudes des plans à l'aide d'onglet.
- Contrôler l'angle des dièdres à l'aide d'une équerre



4. Plans inclinés

Sciage (fig. 3a et 3b)

- Amorcer le sciage à l'aide d'une lime carrée.
- Finir l'amorce à l'aide d'une lime triangulaire.

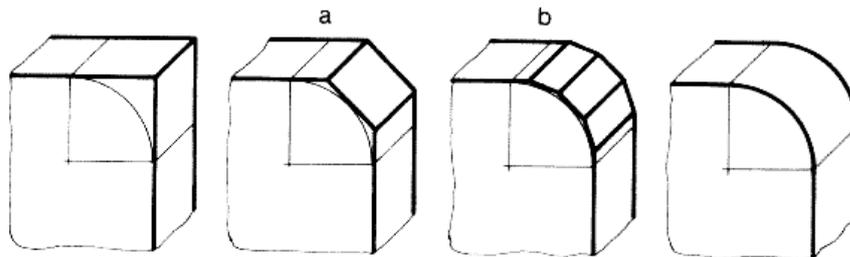
Limage

- Ébaucher à l'aide d'une lime triangulaire.
- Finir à l'aide d'une lime barrette (fig. 4 a),
- Mêmes opérations que ci-dessus (fig. 4 b).

Contrôle (fig. 5)

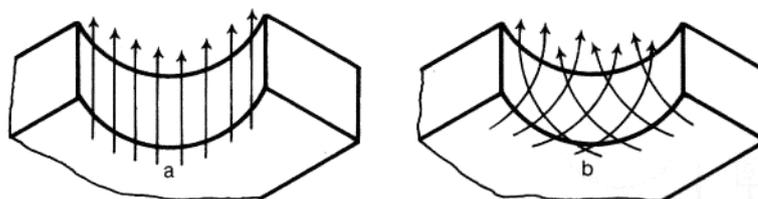
- Vérifier les cotes M et k qui devront être calculées en fonction de l'angle α .
- Vérifier la cote E qui devra être tabulée en fonction de A et α .
- Usiner éventuellement en conséquence.

5. LIMAGE D'UNE SURFACE CONVEXE



Après traçage du rayon sur les deux faces, exécuter un chanfrein à 45° tangent aux tracés (fig. a). Contrôler souvent la perpendicularité du chanfrein par rapport à la face. Exécuter d'autres pans tangents aux tracés à partir des angles du chanfrein (fig. b). Contrôler le rayon au calibre.

6. LIMAGE D'UNE SURFACE CONCAVE.



Tracer le rayon sur les deux faces. Utiliser une lime demi-ronde. Ébaucher le rayon par un limage en travers de la pièce. Contrôler la perpendicularité avec la face de la pièce. Pour la finition, le limage est exécuté en traits croisés (fig. b) ou en travers (fig. a) avec une lime demi-ronde (rayon de lime $<$ au rayon à réaliser). Pendant la finition, contrôler souvent le rayon au calibre et la perpendicularité par rapport à la face.

7. CONSEILS POUR LE LIMAGE

- Limer dans un local bien éclairé, face à la source de lumière.
- Positionner si possible la surface à limer dans un plan horizontal.
- Pour la finition des angles rentrants, meuler un chant de la lime utilisée afin d'obtenir un angle vif.
- Pour l'ébauche les traits seront croisés; si la surface doit être terminée par des traits en long ou en travers, on utilisera un degré de taille mi-doux afin d'obtenir des sillons peu profonds.

Exercice :

1. Définir le limage.
2. Quelles sont les principales caractéristiques des limes ?
3. Quels sont les traits de limages ?
4. Quels sont les principaux conseils pour le limage ?
5. Donner les caractéristiques des limes nécessaires à la fabrication du gabarit en tôle C 40, $ep' = 1,5\text{mm}$.

