

**OFPPT**

**ROYAUME DU MAROC**

**مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل**

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail**  
**DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

**RESUME THEORIQUE**  
**&**  
**GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°: 6**

**USINAGE MANUEL**

**SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE**

**SPECIALITE : ÉMI**

**NIVEAU : TECHNICIEN**

**ANNEE 2007**

**Document élaboré par :**

**Nom et prénom**

*DINCA Carmen Mihaela*

**EFP**

*CDC -*

*Electrotechnique*

**DR**

*DRGC*

**Révision linguistique**

- 
- 
- 

**Validation**

- 
- 
-

## SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU MODULE .....	6
RESUME THEORIQUE .....	7
I. INTRODUCTION .....	8
II. LES INSTRUMENTS DE MESURE ET DE CONTROLE.....	10
II.1. PIED A COULISSE.....	10
II.2. JAUGE DE PROFONDEUR .....	14
II.3. MICROMETRE .....	15
II.4. CALIBRES DE CONTRÔLE .....	18
II.5. CALIBRES ET MESUREURS D'ANGLES.....	21
II.6. COMPARATEUR À CADRAN .....	22
II.7. CONTROLE DE LA RUGOSITE.....	23
II.8. CONTRÔLE DES SPÉCIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES .....	24
III. LES OPERATIONS D'USINAGE MANUEL .....	26
III.1. SCIAGE .....	27
III.2. LIMAGE .....	32
III.3. TRAÇAGE .....	37
III.4. POINTAGE .....	47
III.5. LE PERÇAGE .....	48
III.6. ALÉSAGE MANUEL .....	66
III.7. TARAUDAGE ET FILETAGE.....	71
GUIDE DES EXERCICES ET TRAVAUX PRATIQUES .....	78
TP 1 – TRAÇAGE .....	79
TP 2 – TRAÇAGE ET SCIAGE .....	82
TP 3 – LIMAGE A TRAITS CROISES ET A TRAITS EN LONG .....	84
TP 4 – POINTAGE D'UN TROU .....	85
TP 5 – PERÇAGE DES TROUS .....	87
TP 6 – LAMAGE ET FRAISURAGE .....	92
TP 7 – ALESAGE.....	94
EVALUATION DE FIN DE MODULE.....	96

**MODULE : 6**

**USINAGE MANUEL**

**Durée :60 H**

**30% : théorique**

**65% : pratique**

**OBJECTIF OPERATIONNEL**

**COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **effectuer des opérations d'usinage manuel** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

**CONDITIONS D'EVALUATION**

- Travail individuel
- A partir :
  - de plans, de croquis ou de directives ;
  - d'abaques ou de tableaux ;
  - de volumes, manuels et catalogues.
- A l'aide :
  - de métaux ferreux (acier au carbone, acier ordinaire ou fonte) et non ferreux (aluminium, bronze ou laiton) ;
  - de matières non métalliques (plastique ou nylon);
  - d'outils, d'équipement et d'accessoires appropriés tels que perceuses portatives et sensibles, scies manuelles et mécaniques, meules, etc. ;
  - d'instruments de mesure ;
  - d'équipement de sécurité.

**CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE**

- Respect des règles de santé et de sécurité de travail.
- Respect du processus de travail.
- Travail soigné et propre.
- Exactitude des calculs.
- Utilisation appropriée de l'outillage et de l'équipement.
- Souci du rapport qualité/prix.

**OBJECTIF OPERATIONNEL**

**PRECISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

- |   |   |
|---|---|
| A. Interpréter le plan et les directives.   | - Justesse de l'interprétation du plan.<br>- Repérage correct des renseignements. |
| B. Sélectionner les outils, l'équipement et les accessoires.  | - Choix judicieux des outils, équipements et accessoires.                         |
| C. Sélectionner les matériaux.  | - Choix judicieux des matériaux.  |
| D. Exécuter des opérations d'usinage telles que : <ul style="list-style-type: none"><li>• mesurer ;</li><li>• tracer ;</li><li>• scier ;</li><li>• limer ;</li><li>• affûter ;</li><li>• percer ;</li><li>• meuler ;</li><li>• tarauder;</li><li>• fileter ;</li><li>• aléser ;</li><li>• extraire des vis, des boulons, des tarauds.</li></ul> | - Respect des méthodes.<br>- Conformité des opérations d'usinage avec les plans.  |
| E. Ranger et nettoyer.  | - Rangement approprié et propreté des lieux.                                      |

## **Présentation du Module**

*L'objectif du module est de faire acquérir les connaissances relatives à la sélection des outils, des équipements et des accessoires selon le plan de travail et les directives préétablies par le formateur. Ceci permet ainsi de développer des habiletés nécessaires pour couper, scier, limer, affûter, meuler, tarauder, etc. Il vise donc à rendre le stagiaire apte à effectuer des opérations d'usinage manuel.*

*La durée du module est 60 heures dont 18 h de théorie, 39 h de pratique et 3 h d'évaluation.*

***Module 6 : USINAGE MANUEL***  
***RESUME THEORIQUE***

## I. INTRODUCTION

Dans le cadre des opérations d'usinage en général les mesures et le contrôle des pièces joue un rôle important.

### Notion sur les ajustements

Le but des ajustement et des systèmes de tolérance est de faciliter l'interchangeabilité des pièces (système ISO).

#### - Définition d'un ajustement

Un assemblage comprend deux éléments : le contact ou alésage et le contenu ou arbre (figure 1). Leur cote commune est la cote nominale.

Un assemblage mobile présente un jeu, un assemblage fixe présente un serrage. Les jeux et les serrages sont imposés par les conditions de fonctionnement.

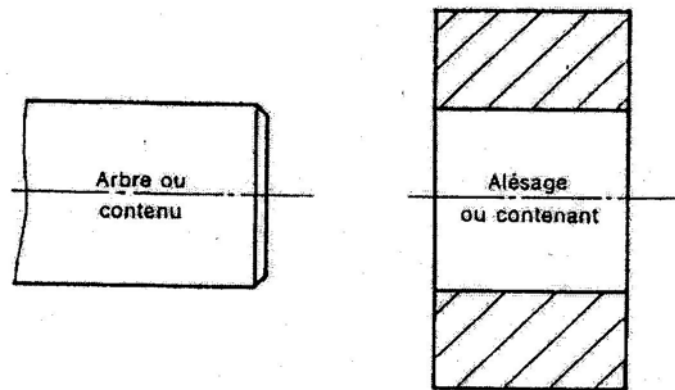


Figure 1

#### - Tolérances

Devant l'imprécision inévitable des procédés de fabrication, une pièce ne peut être rigoureusement réalisée à une dimension fixe à l'avance ; on limite l'incertitude entre deux valeurs maximum et minimum dont la différence dimensionnelle constitue la **tolérance** ou **intervalle de tolérance IT**.

$$IT = \text{cote maximale} - \text{cote minimale}$$

Par rapport à la cote nominale, ces deux limites sont définis par les valeurs des écarts : **écart supérieur ES** et **écart inférieur EI** (figure 2).

$$ES = \text{cote maximale} - \text{cote nominale}$$

$$EI = \text{cote nominale} - \text{cote minimale}$$

$$IT = ES - EI$$



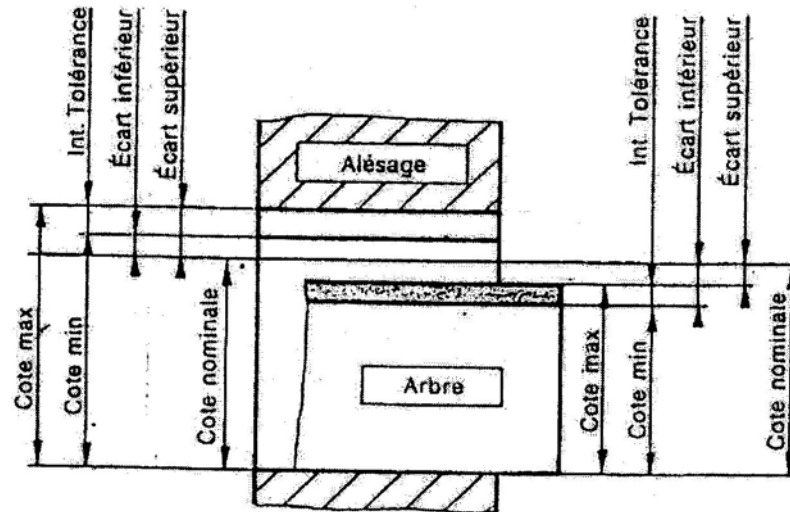


Figure 2

- Systèmes d'ajustements

Pour chaque cote nominale:

- La position de la tolérance est symbolisée et définie par une lettre majuscule pour les alésages et par une lettre minuscule pour les arbres.
  - La qualité ou valeur de la tolérance est symbolisée et définie par un nombre.
  - La cotation normalisée d'un élément comprend donc la cote nominale suivie d'une lettre, suivie elle-même d'un nombre.  
Exemple : 20H7 – 20h7
  - L'ajustement comprend la cote nominale commune suivie de la position et la qualité de la tolérance de l'alésage, puis de la position et la qualité de la tolérance de l'arbre.  
Exemple : 32H7p6
  - Position et qualité des tolérances sont imposée par les conditions de fonctionnement.
- Système à alésage normal (figure 3)

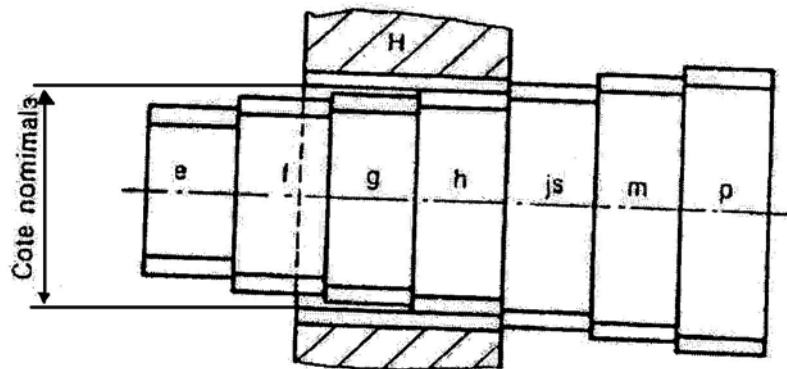


Figure 3

- Système à arbre normal (figure 4)

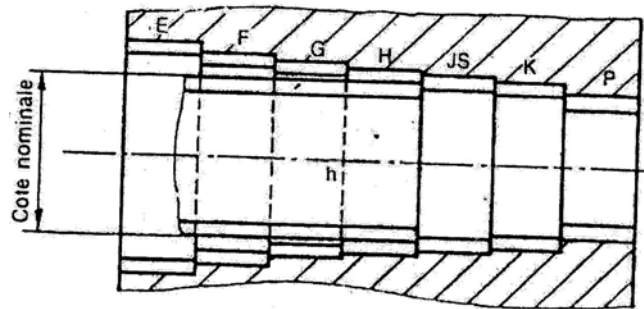


Figure 4

- Différents ajustements

Selon la position respective des tolérances de l'alésage et de l'arbre l'ajustement peut être :

- avec jeu,
- incertain,
- avec serrage.

## II. LES INSTRUMENTS DE MESURE ET DE CONTROLE

### II.1. PIED A COULISSE

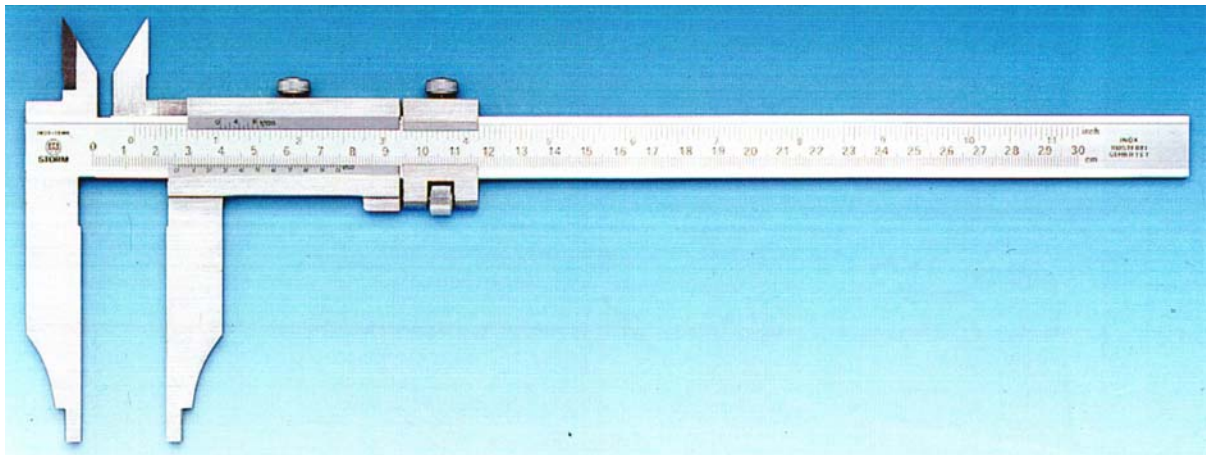


Figure 5

**Definition :**

Le pied à coulisse ou calibre à coulisse est un appareil de mesure des dimensions par lecture directe, sur une règle et un vernier.

**Parties principales :**

Le pied à coulisse se compose de :

- Règle graduée
- Bec fixe
- Bec mobile
- Coulisseau
- Vis de blocage
- Vernier.

**Verniers :**

La précision du résultat obtenu dépend essentiellement du nombre de graduations portées sur le vernier qui peut être :

**• Vernier au 1/10 de mm**

Le vernier au 1/10 mesure 9 mm divisé en 10 parties égales, chaque partie vaut  $9/10 \text{ mm} = 0,9 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $10/10 - 9/10 = 1/10 = 0,1 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $20/10 - 18/10 = 2/10$  Soit  $0,2 \text{ mm}$  etc.

**• Vernier au 1/20 de mm**

Le vernier au 1/20 mesure 19 mm divisé en 20 parties égales, chaque partie vaut  $19/20 = 0,95 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $20/20 - 19/20 = 1/20 = 0,05 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $40/20 - 38/20 = 2/20$  soit  $0,1 \text{ mm}$  etc.

**• Vernier au 1/50 de mm**

Le vernier au 1/50 mesure 49 mm divisé en 50 parties égales, chaque partie vaut  $49/50 = 0,98 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $50/50 - 49/50 = 1/50 = 0,02 \text{ mm}$ .

Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $100/50 - 98/50 = 2/50$  soit  $0,04 \text{ mm}$  etc.

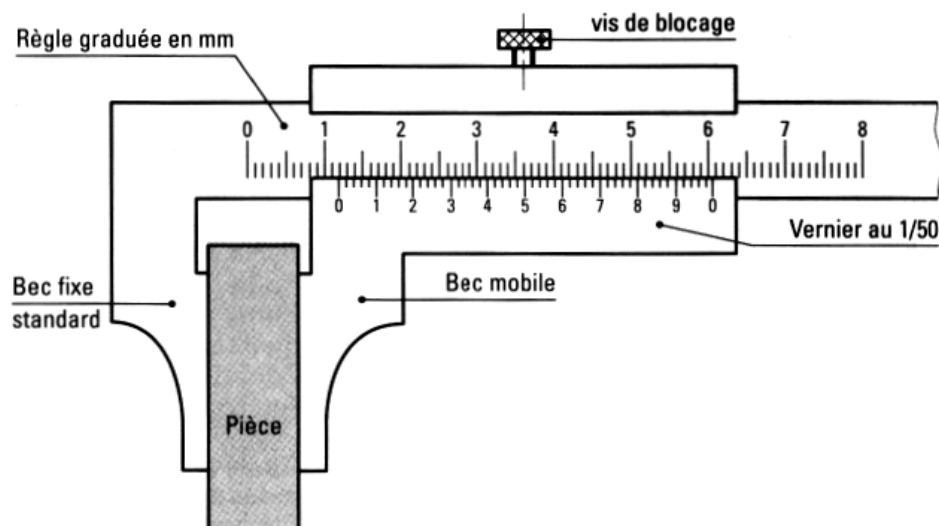
**Lecture de la dimension sur vernier**

Figure 6

**• Principe de fonctionnement**

Un coulisseau portant un vernier au 1/50 et un bec mobile se déplacent sur une règle en fonction de la grandeur de la pièce à mesurer. La position de mesurage peut être stabilisée par la vis de blocage.

**• Principe de lecture**

- a) Lire un nombre entier de mm sur la règle juste à gauche du zéro du vernier : 11



Figure 7

- b) Lire la fraction de mm (x) sur le vernier.

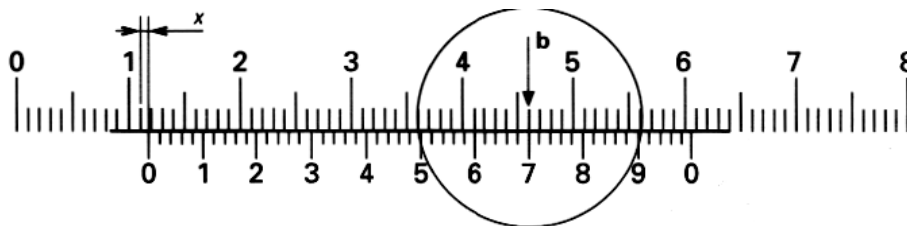


Figure 8

Repérer la coïncidence des graduations entre la règle et le vernier en appliquant la méthode des écarts symétriques :  $e = e'$ .

Puis multiplier le nombre de graduations lues sur le vernier du 0 à la coïncidence par 1/50 ou 0,02 :

$$35 \times 0,02 = 0,70$$

Expression du résultat brut de mesurage  $M = 11,70$

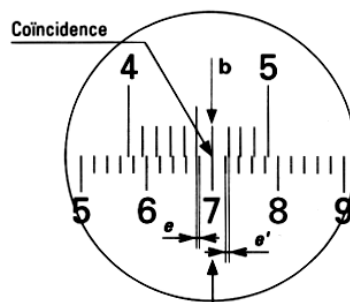
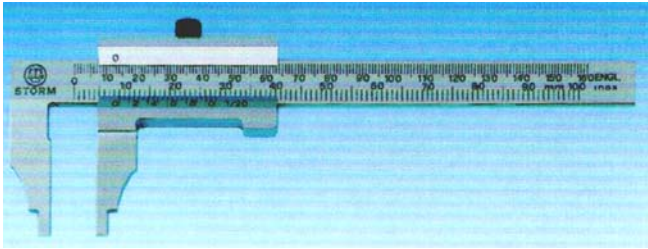


Figure 9

## Différents types de pied à coulisse

### Pied a coulisse avec becs normaux



### Pied a coulisse avec becs FINS

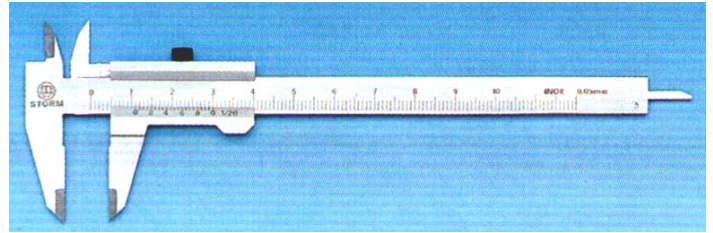


Figure 10

### Applications courantes des pieds à coulisse

- Distance entre faces parallèles

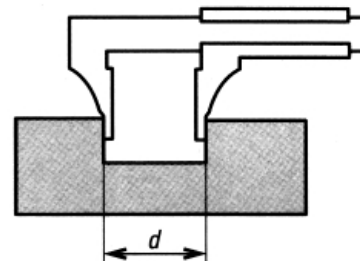
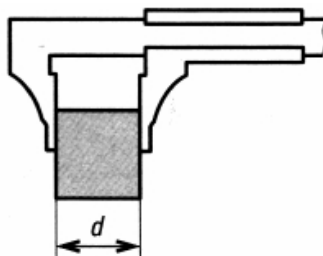


Figure 11

- Diamètres

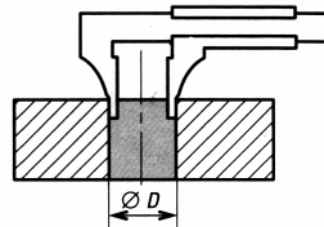
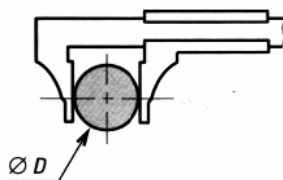
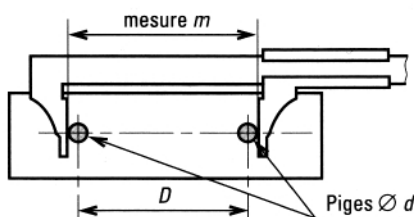


Figure 12

### Entraxes



Cas particulier : dimension intérieure inférieure à l'épaisseur des becs du pied à coulisse.

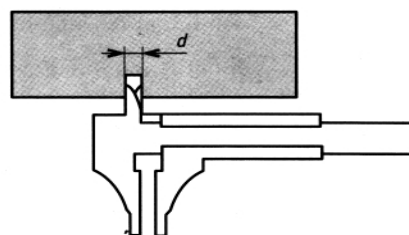
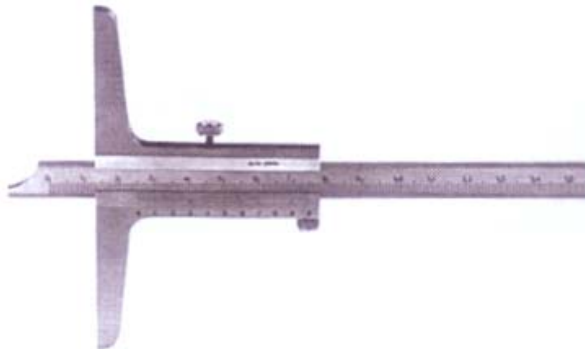


Figure 13

## II.2. JAUGE DE PROFONDEUR

Lecture de la dimension sur vernie



Lecture de la dimension numérisée

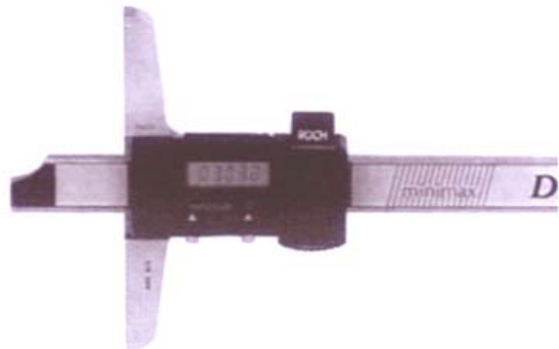


Figure 14

### Applications courantes

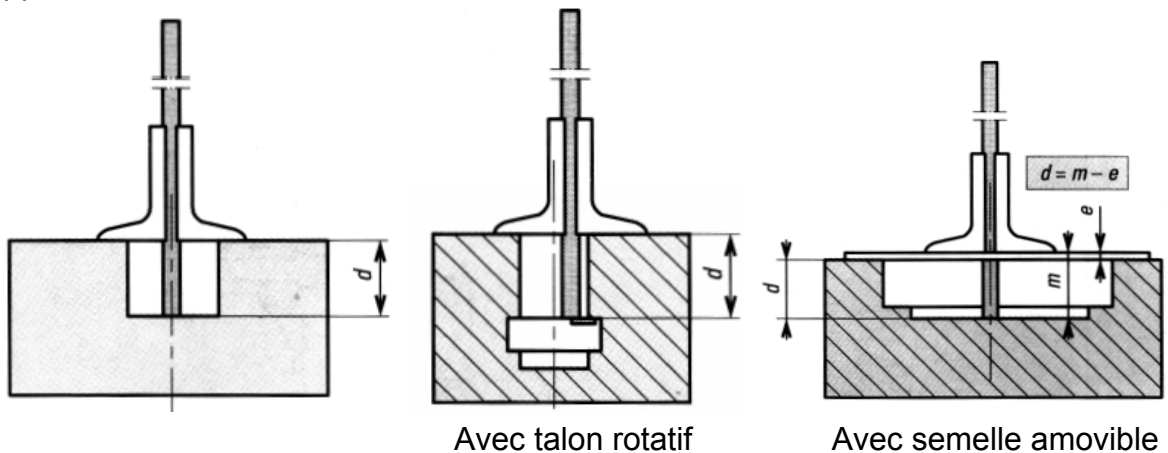


Figure 15

### Conditions normales d'utilisation

- se placer en face des graduations pour détecter la coïncidence ;
- exercer une pression limitée sur les becs ;
- positionner correctement l'instrument sur la pièce ;
- vérifier le jeu fonctionnel de la liaison glissière entre le coulisseau et la règle.

### Incertitude de mesure

Pour les instruments de mesure coulissants, l'incertitude de mesure minimale est de:  $\pm 0,02$  mm.

## II.3. MICROMETRE

### Lecture de la dimension sur vernier

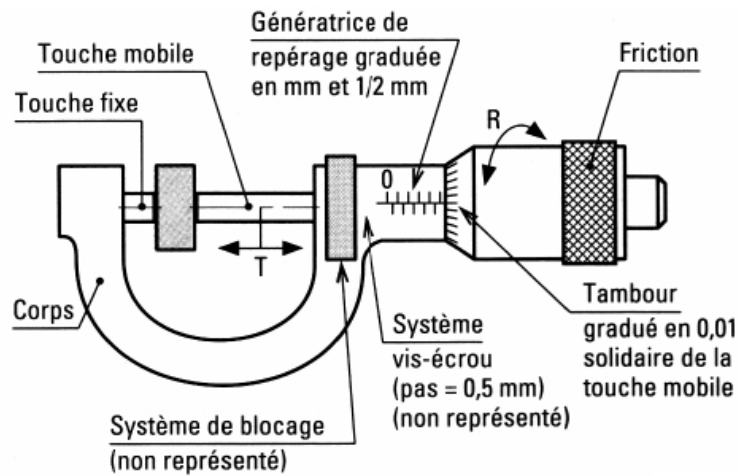


Figure 16

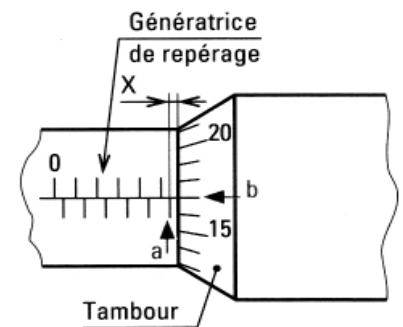
### Principe de lecture sur micromètre d'extérieur à vernier

a) Lire le nombre entier de millimètres et de 1/2 mm sur la génératrice de repérage (dernière graduation découverte par le tambour) : 5,5.

Ne pas oublier le demi-millimètre (erreur parasite).

b) Lire la fraction de millimètre (X) sur le tambour gradué en 0,01 :  $17 \times 0,01 = 0,17$

Expression du résultat brut de mesure  $M = 5,67 \pm 0,01$ .



### Conditions normales d'utilisation

1. Procéder à la vérification de l'étalonnage avant utilisation. Exemple : étalonnage d'un micromètre extérieur plage 0,25 mm.

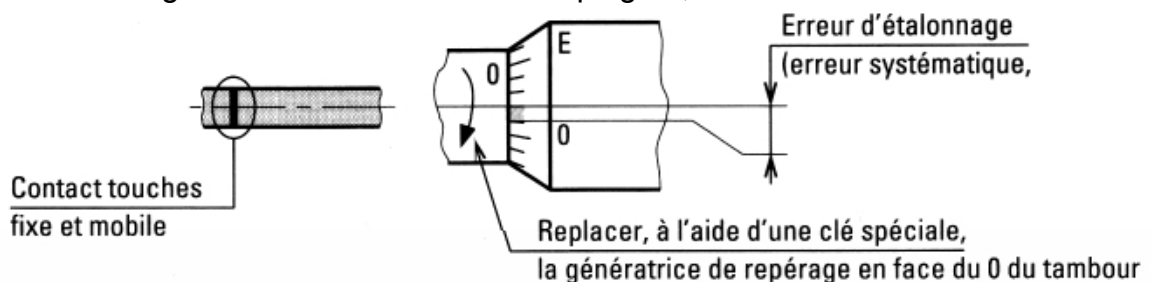


Figure 17

**Remarque:** pour l'étalonnage des autres micromètres, utiliser les étalons fournis.

2. Utiliser impérativement le limiteur de pression (système de friction) lors de la mise en contact de la touche mobile sur la pièce.
3. Positionner correctement l'instrument sur la pièce.

**Nota :**

Chaque micromètre a une capacité de mesure limitée.

Les étendues de mesure courantes sont, en millimètres :

0 - 25 ; 25 - 50 ; 50 - 75 ; 75 - 100 ; 100 - 125 ; 125 - 150 ; 150 - 175 ; ...

**Micromètres d'extérieur**

Lecture de la dimension sur vernier



Lecture de la dimension numérisée



Figure 18

**Applications courantes**

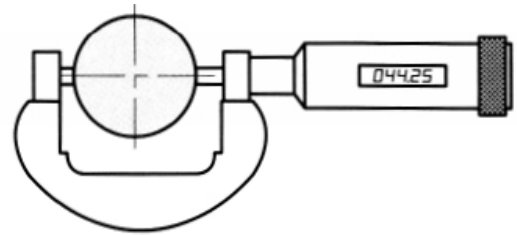
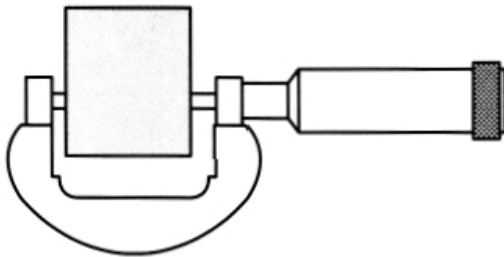
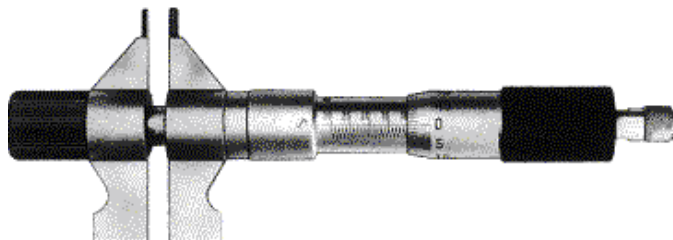


Figure 19

**Micromètres d'intérieur**

Lecture de la dimension sur vernier  
Micromètre à becs d'intérieur



Lecture de la dimension sur vernier  
Micromètre à 3 touches



Figure 20



Applications courantes

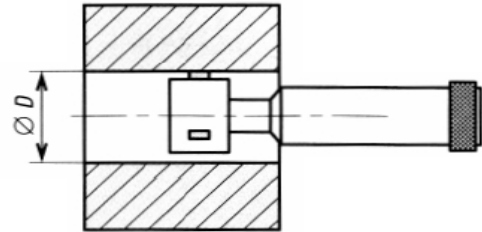
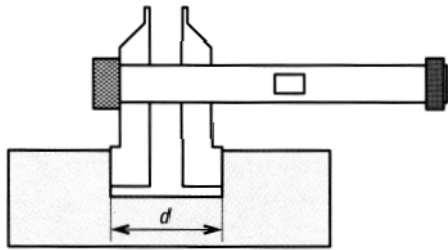
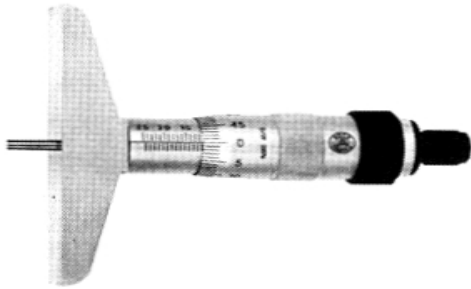


Figure 21

Jauge micrométrique de profondeur



Application courante

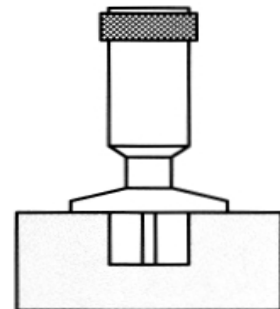


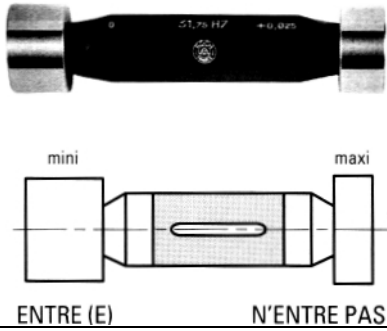
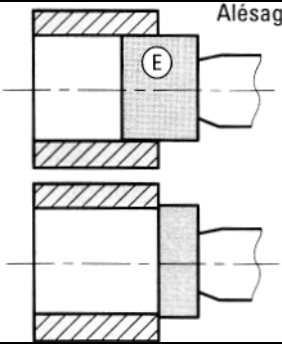
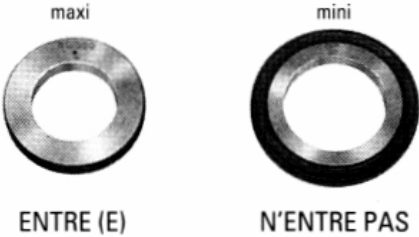
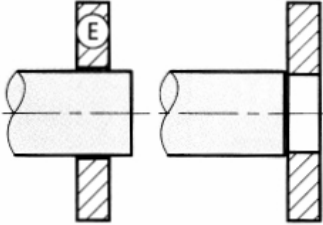
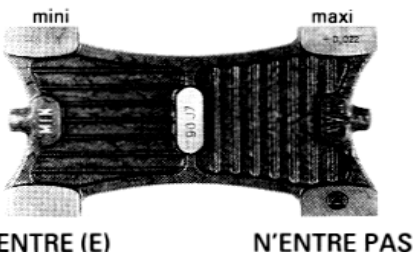
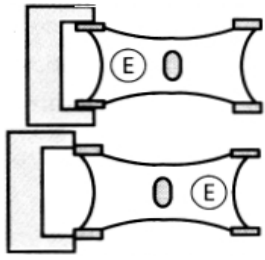
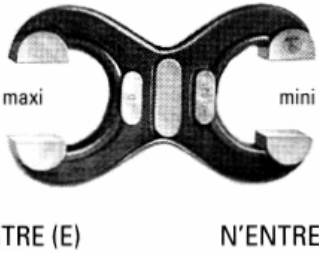
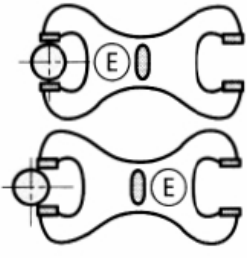
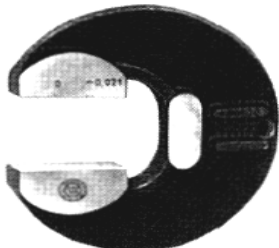
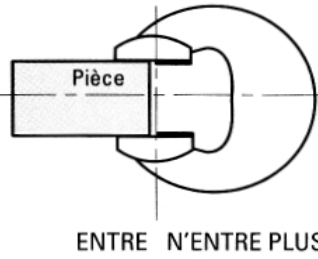
Figure 22

## II.4. CALIBRES DE CONTRÔLE

### Définition

Ce sont des instruments sur lesquels sont matérialisées les valeurs limites maximale et minimale d'une spécification à contrôler.


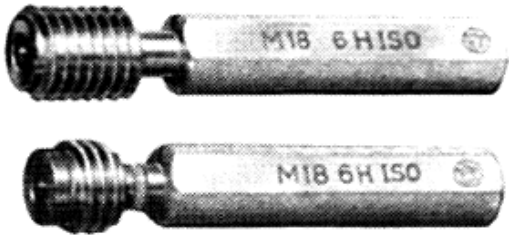
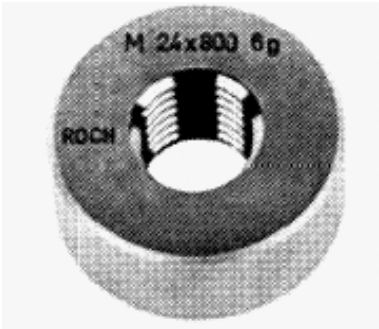
L'une de ces valeurs limites doit entrer, l'autre limite ne doit pas entrer pour que la spécification soit respectée et que la pièce soit bonne.

Identification	Visualisation	Utilisation
Tampon lisse double		
Bagues lisses		
Jauge plat double		
Calibre à mâchoires à l'opposé		
Calibre à mâchoires à l'enfilade		

**Calibres lisses**

Identification	Visualisation	Utilisation
<p>Tampon lisse conique</p>		<p>Alésages coniques cônes morse n° :1 à 6</p>
		<p>Alésages coniques cônes 7/24 (SA 30 à 60)</p>
<p>Bague lisse conique</p>		<p><b>Arbres coniques</b> <b>cônes morse</b> n° :1 à 6</p>
		<p>Arbres coniques cônes 7/24 (SA 30 à 60)</p>

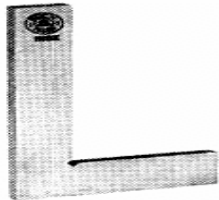
**Calibres filetés**

Identification	Visualisation	Utilisation
<p>Tampon fileté double</p>	 <p>ENTRE                      N'ENTRE PAS</p>	<p>Écrou</p>
<p>Tampons filetés simples</p>	<p>ENTRE</p>  <p>N'ENTRE PAS</p>	<p>Écrou</p>
<p>Bague fileté</p>		<p>Vis M2 à M68</p>

## II.5. CALIBRES ET MESUREURS D'ANGLES

### - Équerres

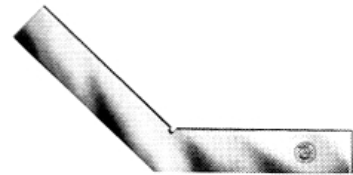
Ce sont des calibres, en acier spécial trempé, constitués de deux branches qui forment entre elles un angle donné.



Équerre à 90°



Équerre à 120°  
Figure 23



Équerre à 135°

### Application

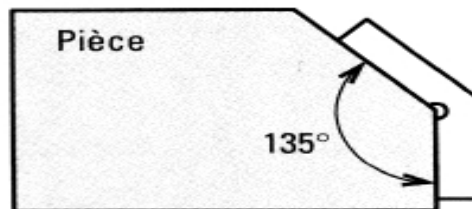
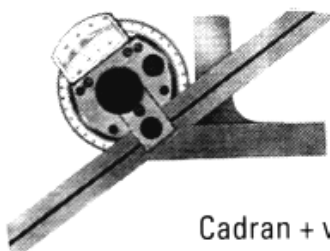


Figure 24

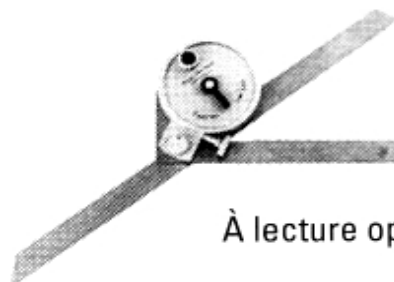
### - Rapporteurs d'angles

Principe de fonctionnement :

Une règle mobile se déplace autour d'un axe par rapport à une règle fixe solidaire de l'axe.



Cadran + vernier



À lecture optique

### • Application

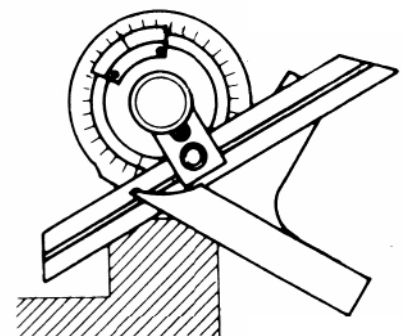


Figure 25

- **Barre sinus simple**

Principe de fonctionnement :

Une barre est articulée autour d'un axe et son positionnement est obtenu par l'utilisation de cales étalons.

• **Application**

$$\sin 30^\circ = \frac{50}{100} = 0,5$$

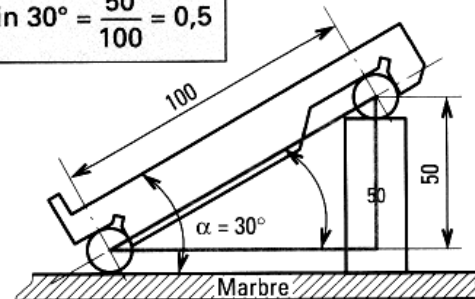
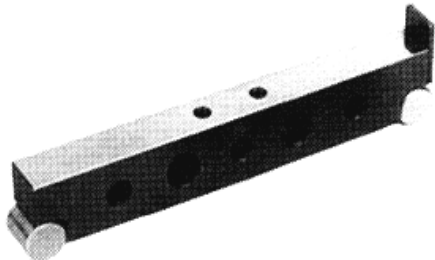


Figure 26

**II.6. COMPAREUR À CADRAN**

Principe de fonctionnement :

Pour un déplacement de 1 mm du palpeur lié à la crémaillère, l'aiguille liée au pignon terminal de la chaîne cinématique fait 1 tour. Le cadran étant divisé en 100 graduations, chaque graduation est égale à : 1 mm / 100, soit 0,01.

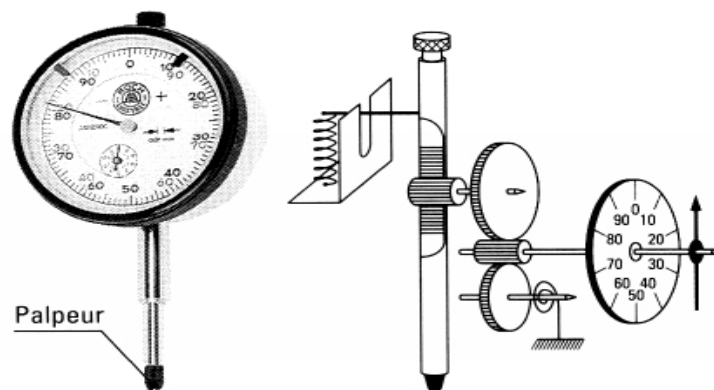
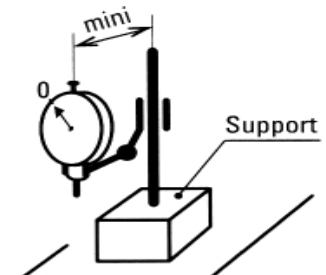


Figure 27

- Principales utilisations :
  - Mesurer l'écart  $e$  entre un étalon et une pièce à mesurer.
  - Réaliser les différents réglages géométriques sur la machine.
- Conditions normales d'utilisation :
  - Vérifier, avant usage, la fidélité de réponse (retour à la même graduation).
  - Vérifier le vissage du palpeur.
  - Réduire les porte-à-faux lors du montage du comparateur sur le support (ci-contre).



COMPARATEUR À CADRAN NUMÉRIQUE



COMPARATEUR À LEVIER



Figure 28

Incertitude de mesurage

L'incertitude de mesurage courante est de  $\pm 0,01$  mm.

**II.7. CONTROLE DE LA RUGOSITE**

- **Contrôle de la rugosité**

a) **Contrôle par comparaison visiotactile** ( figure 29)

On compare au toucher ou visuellement, la rugosité de la surface à vérifier avec l'étalon correspondant, **rugotest**. Ces étalons sont des échantillons reproduisant le relief de surfaces réelles. Ils constituent la référence de l'état de surface.

À chaque procédé de fabrication correspond un étalon de rugosité.

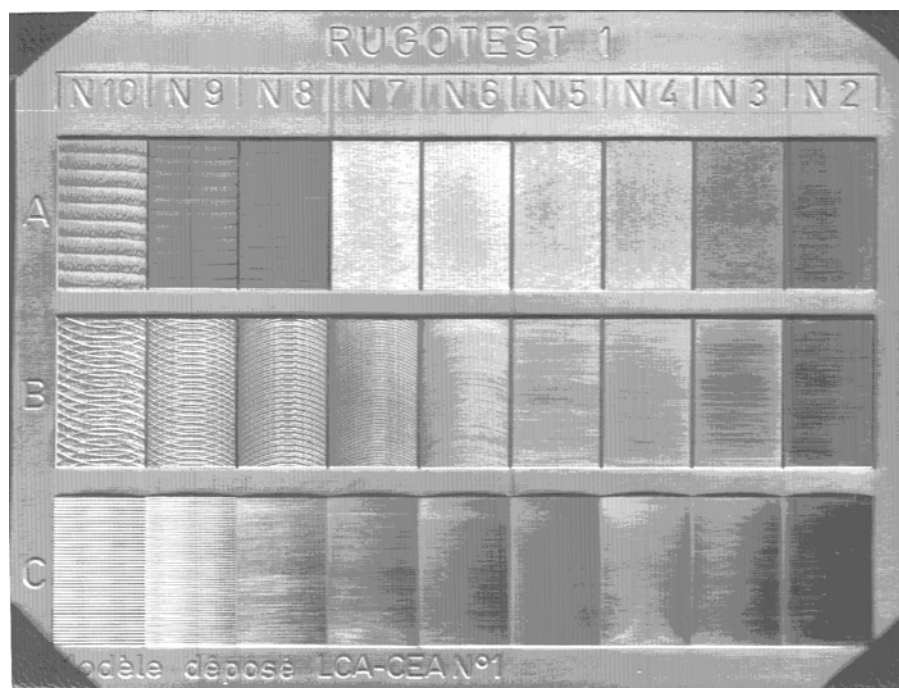


Figure 29

b) **Mesure de la rugosité** (figure 30)

Le palpeur est posé sur la surface à contrôler, il est animé d'un mouvement de va-et-vient. L'aiguille indique sur le cadran la valeur de la rugosité **Ra**.

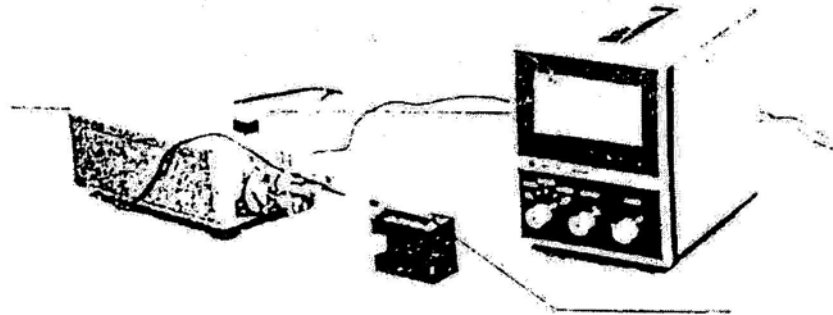


Figure 30

**II.8. CONTRÔLE DES SPÉCIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES**

Les contrôles s'effectuent dans un local dont la température est voisine de 20°C. Les pièces doivent être ébavurées avant le contrôle.

a) **Planéité** (figure 31)

- **Tolérance** : la surface doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 mm.
- **Contrôle** : régler le comparateur à 0 au-dessus du vérin fixe. Amener le comparateur au-dessus des deux vérins réglables. Régler les vérins afin que le comparateur indique 0. Déplacer ensuite le socle du comparateur sur le marbre et enregistrer les écarts pour les surfaces importantes, le contrôle peut s'effectuer au niveau à bulle de précision.

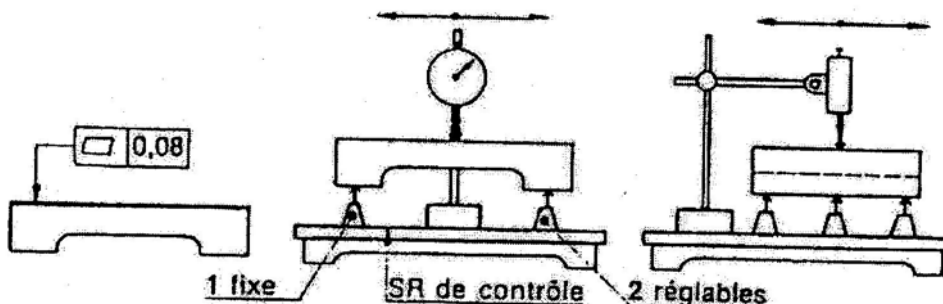


Figure 31

b) **Cylindricité** (figure 32)

- **Tolérance** : la surface doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux dont les rayons diffèrent de 0,04 mm.
- **Contrôle** : poser la pièce sur un jeu de vés étroits rectifiés ensemble (de même hauteur). Relever sur le comparateur les déviations pendant une rotation complète.

Effectuer les contrôles sur les autres sections. L'écart maximal entre tous les points des sections : 0,08 mm.



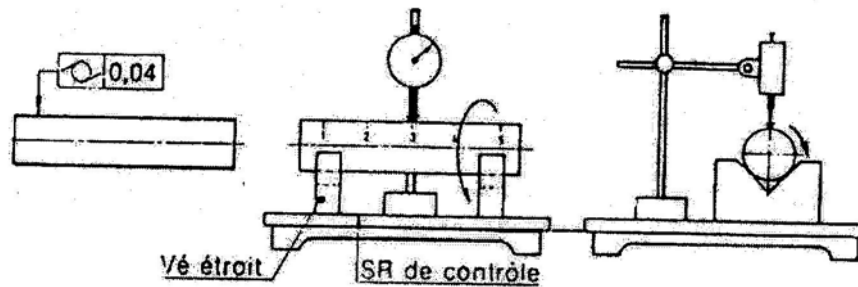


Figure 32

c) **Concentricité** (figure 33)

- **Tolérance:** L'axe du cylindre de  $\phi D2$  doit être compris dans une zone cylindrique de 0,05 coaxiale à l'axe du cylindre de référence  $\phi D1$ .
- **Contrôle:** Le  $\phi D1$  est monté dans un vé; le comparateur vient palper sur le  $\phi D2$ . Faire tourner la pièce dans le vé et enregistrer les écarts. Effectuer plusieurs mesures à différentes sections sur le  $\phi D2$ .

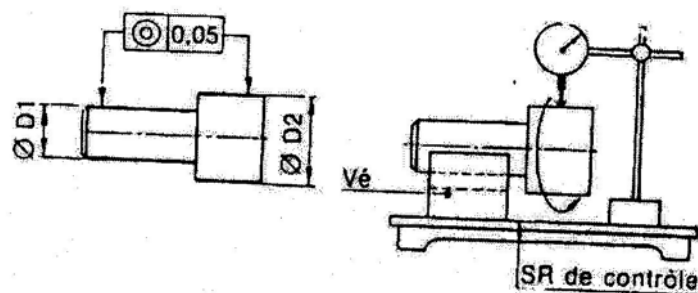


Figure 33

d) **Parallélisme** (figure 34)

- **Tolérance :** La surface tolérance doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,05 mm et parallèles à la surface **A**.
- **Contrôle :** Poser la surface **A** sur le marbre. Déplacer la pièce sous le comparateur et relever les écarts.

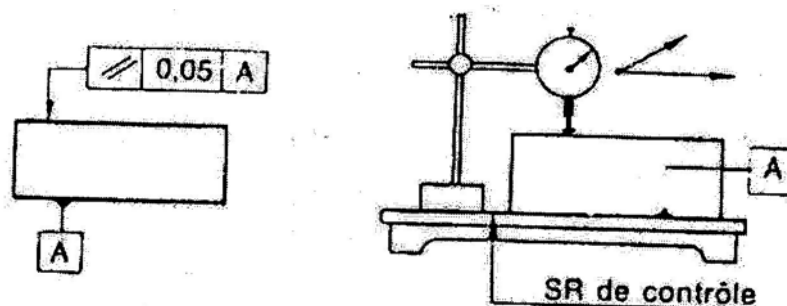


Figure 34

### III. LES OPERATIONS D'USINAGE MANUEL

L'apparition des machines et outillages les plus modernes pour l'usinage n'a pas remplacé les opérations d'usinage manuel.

Dans plusieurs domaines industriels, on doit planifier des séquences lesquelles peuvent avoir trait au montage d'une pièce, à la manutention ou encore à la fabrication. La fabrication de pièces par l'usinage manuel exige ce type de planification. Sinon, on risque de travailler inutilement ou d'obtenir des pièces qui, ne répondent pas aux exigences.

- Sciage brut

C'est la première étape. Elle consiste généralement à donner à la pièce de métal les dimensions qui se rapprochent le plus de celles qu'elle aura à la fin du travail. Le sciage sera fait de façon qu'il reste suffisamment de métal pour pouvoir retailler la pièce une fois le traçage final effectué.

- Limage

Une fois que les dimensions ont été retouchées, on doit alors préparer certaines surfaces de la pièce pour permettre un traçage précis. On doit donc s'assurer que deux côtés sont parfaitement d'équerre (perpendiculaires). Ces deux surfaces serviront de guide pour le traçage. On commence donc par limer les deux côtés afin de leur donner un angle de 90°. Par la suite, on rend, toujours par le limage, la surface où l'on doit effectuer le traçage bien lisse.

- Traçage

La troisième étape, le traçage, est très importante, car elle sert de guide à tout le reste du travail. Comme c'est le cas avec plusieurs travaux qui se déroulent par étapes, les erreurs commises ont plutôt tendance à s'accumuler qu'à s'annuler. Il faut donc être précis. Cette étape consiste à tracer les lignes de contour et les lignes d'axe qui constituent la pièce désirée.

- Sciage de finition

Contrairement à la première étape, où le sciage ne servait qu'à dégrossir la pièce, on doit ici être très précis. Il s'agit de découper les contours de la pièce. Ce travail peut être fait à l'aide d'une scie manuelle ou d'une scie à ruban.

Vous devrez donc opter pour le bon outil selon la forme de la pièce et l'ordre du sciage. Il est à noter que, dans les cas où l'on exige une bonne finition de toutes les surfaces de la pièce, on devra les limer.

- Perçage, taraudage et autres travaux

Maintenant que la pièce a la forme générale demandée, on peut passer à la finition. Il peut s'agir par exemple de percer des trous qui, par la suite, seront taraudés ou alésés. On peut à cet effet utiliser les lignes d'axe qui auront été tracées préalablement.

L'ordre suggéré ici n'est qu'un guide. En effet, dans certains cas, les étapes seront modifier suivant le type de pièce à fabriquer.

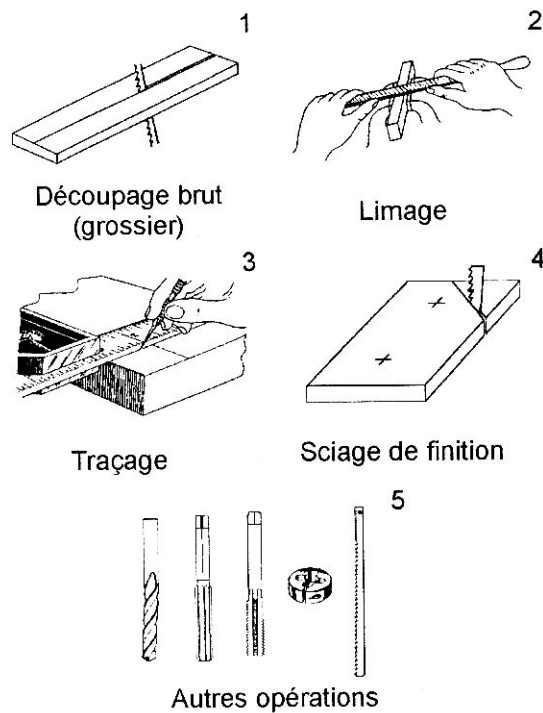


Figure 35

### III.1. 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.

#### 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.

#### - **Choix de la denture**

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

Exemple :

- Métaux ferreux : 8 dents / cm
- 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 :



Figure 36

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.

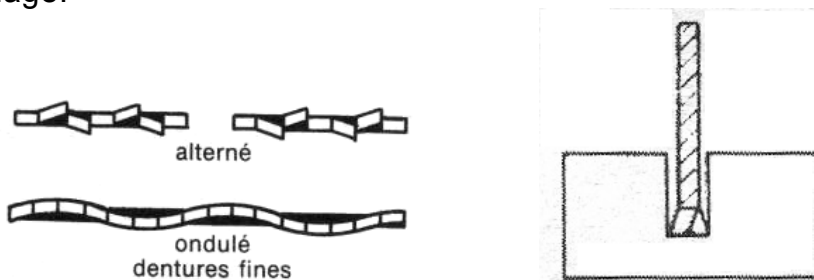


Figure 37

### - 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.

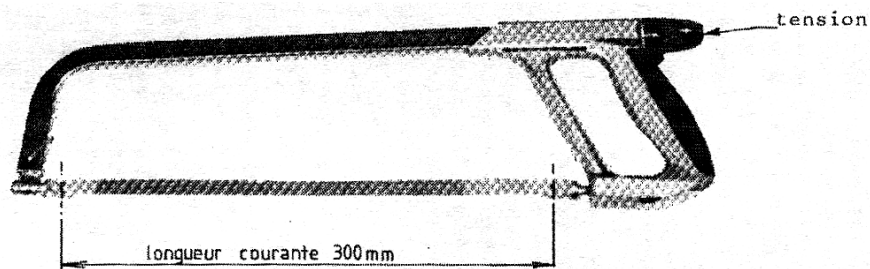


Figure 38

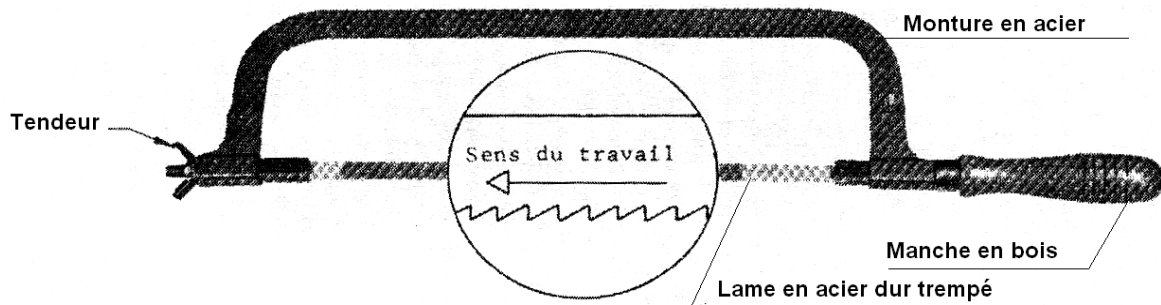


Figure 38

- Procédé de sciage manuel

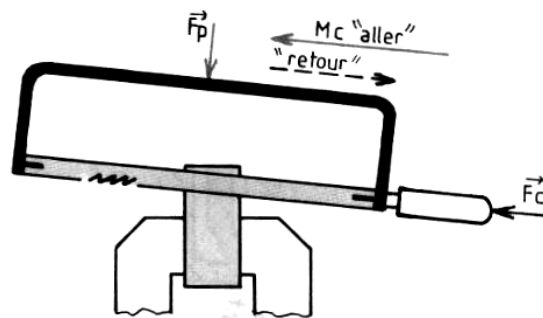
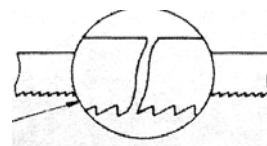


Figure 39

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.

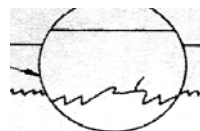
Éviter :



- 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 débauche

- Serrer la pièce dans l'étau, le tracer en position verticale (figure 40.1).

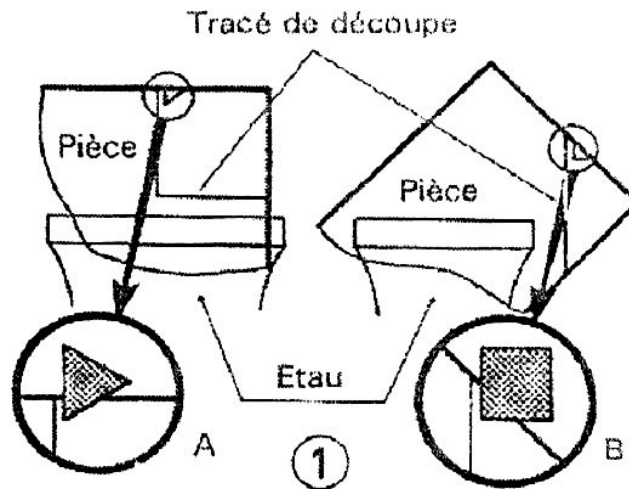


Figure 40.1

- 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 (figure 40.2).

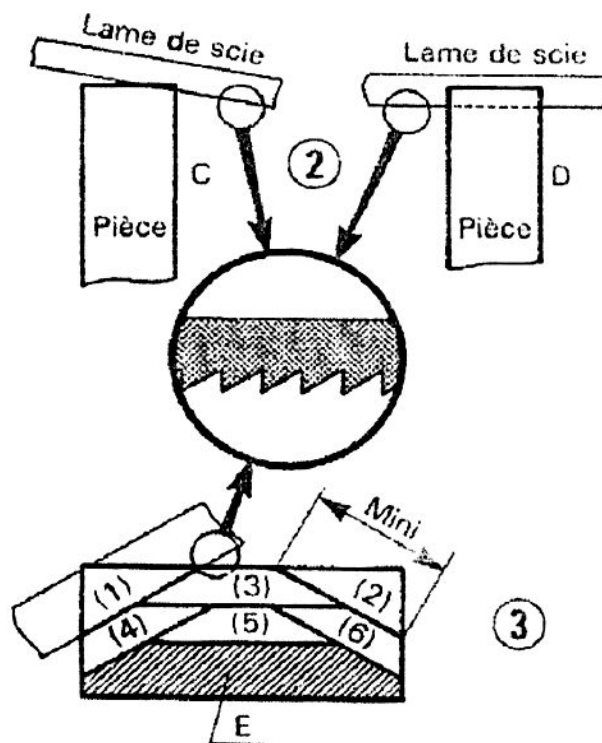


Figure 40.2 et 40.3

- 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) (figure 40.3)**

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 (figure 40.4) Choisir une lame ayant une denture fine (10 ou 12 dents au cm).
- Incliner la lame.

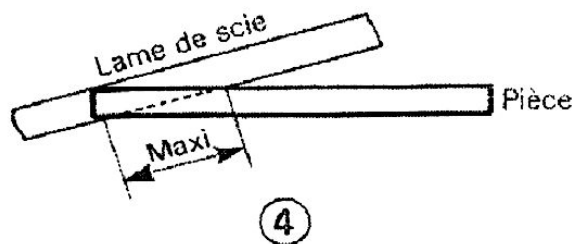
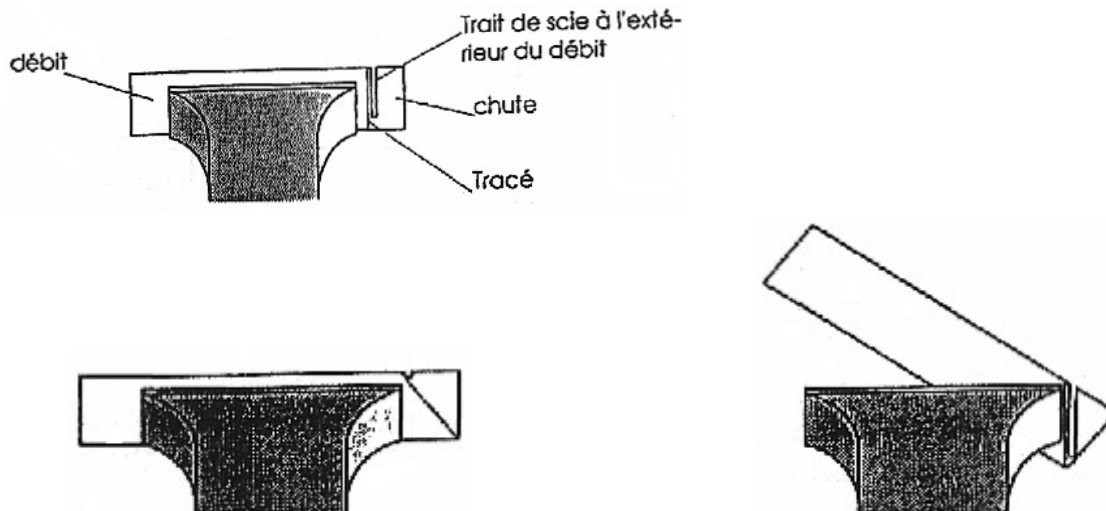


Figure 40.4

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.



### III.2. LIMAGE

#### - 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 d'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.

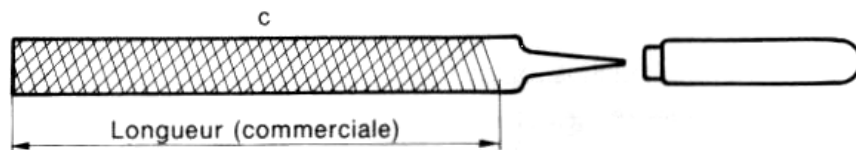


Figure 41

#### - Caractéristiques de la lime

Elle se caractérise par :

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

#### - Exemple de commande d'une lime :

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

#### - Taille d'une lime

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

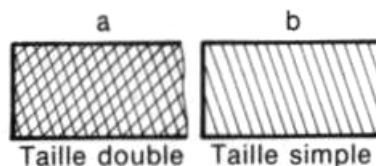


Figure 42

La taille double (figure 42.a) donne un excellent dégagement des copeaux.

La taille simple (figure 42.b) s'emploie :

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



**- Degré de taille**

Trois grandes catégories pour chaque longueur de lime : batarde, mi-douce, douce.

Pour l'ébauche (surépaisseur > 0,2 mm) utiliser une lime batarde; pour la finition une lime mi-douce ou douce.

TABLEAU APPROXIMATIF DE LA TAILLE DES LIMES			
Taille Longueur	Batarde	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

**- La forme**

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

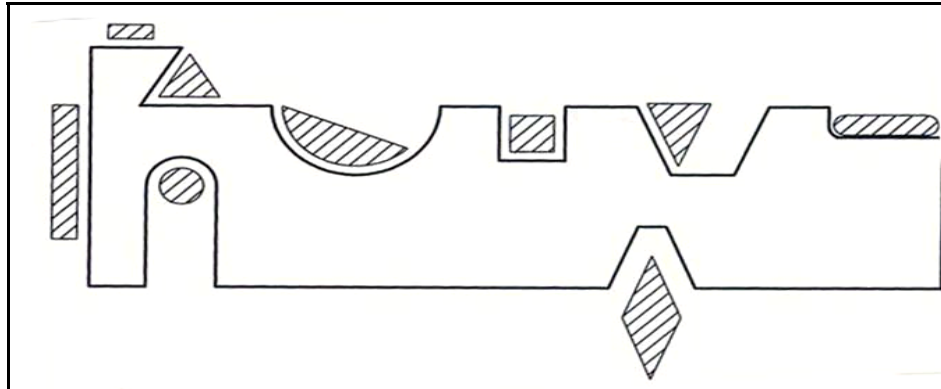


Figure 43

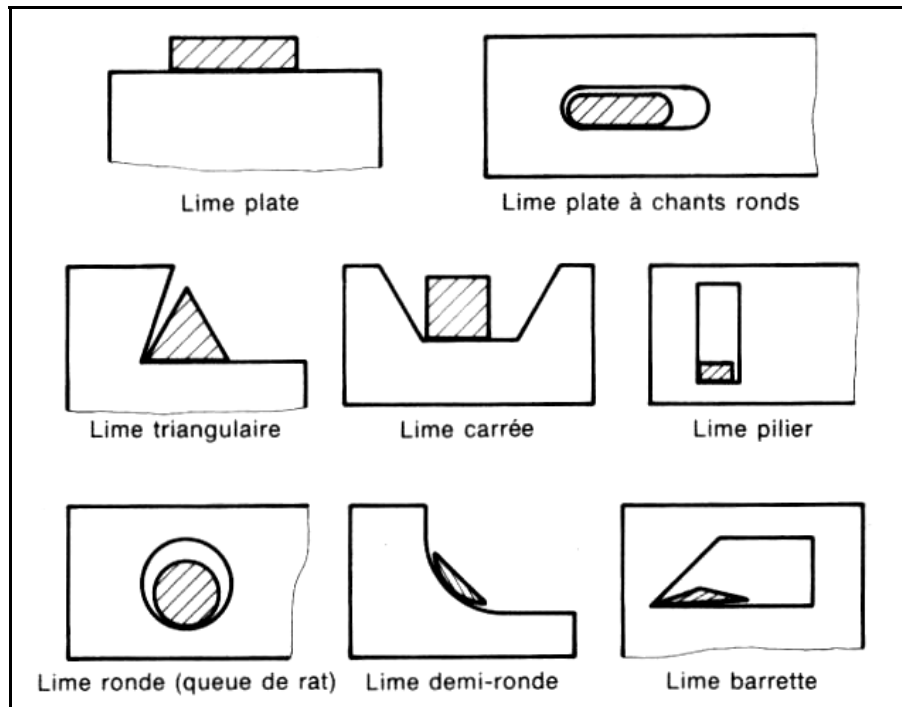


Figure 44

- **Différentes sortes de limes**

Les limes les plus utilisées sont :

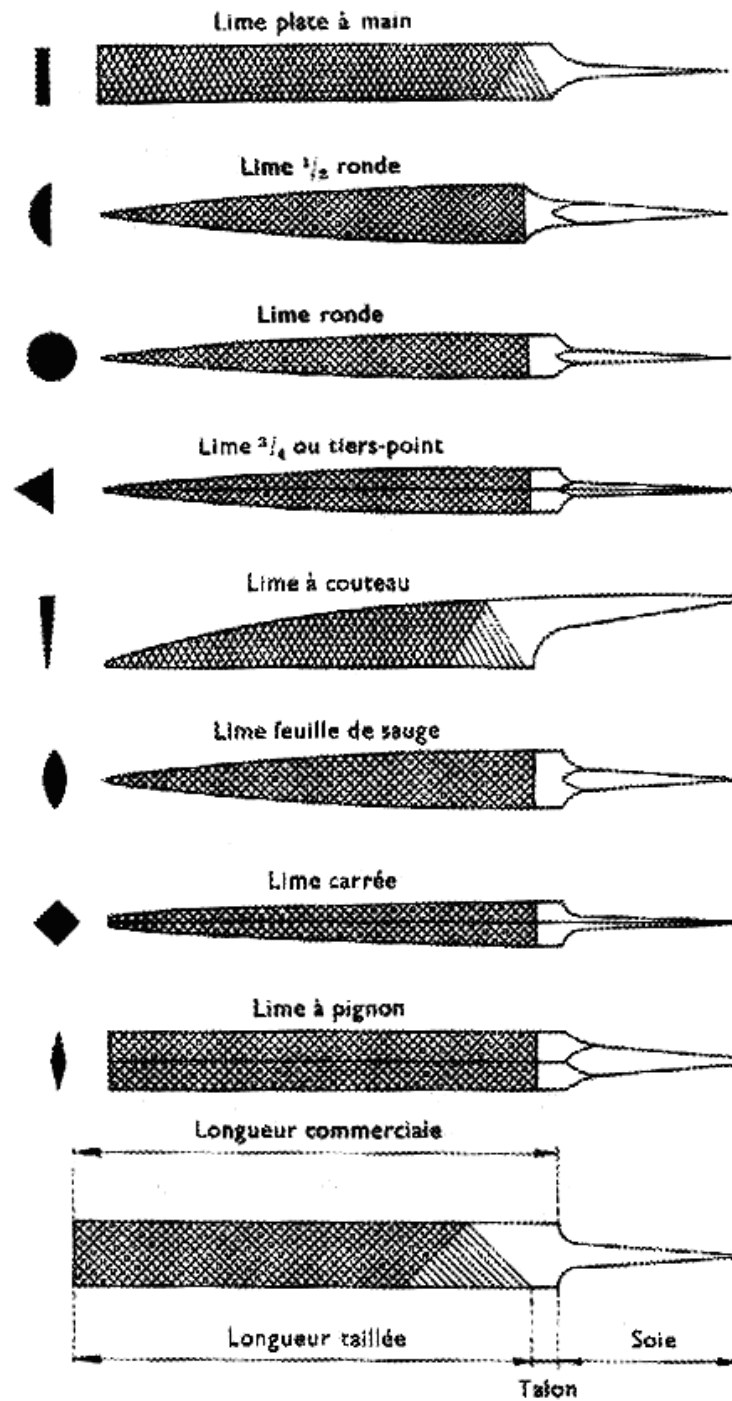


Figure 45

**- Utilisation des limes**

Traits de limage :

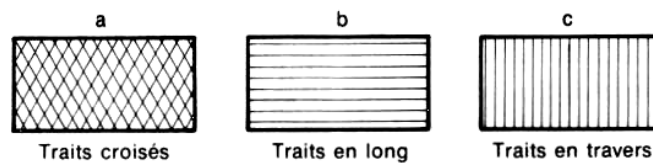


Figure 46

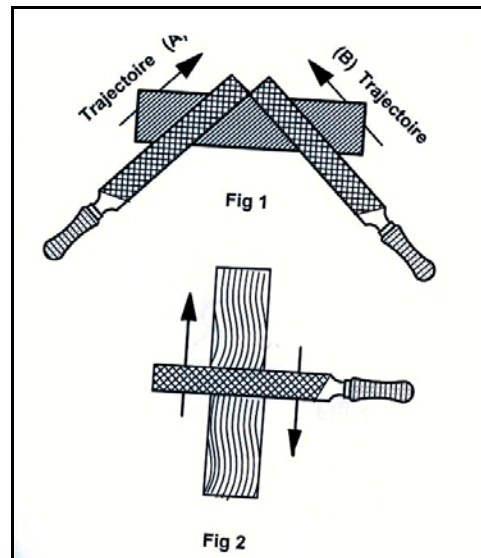
Limage à traits croisés et en long :

Figure 47

Définition :

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

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.

Méthode d'exécution :

- Limage à traits croisés

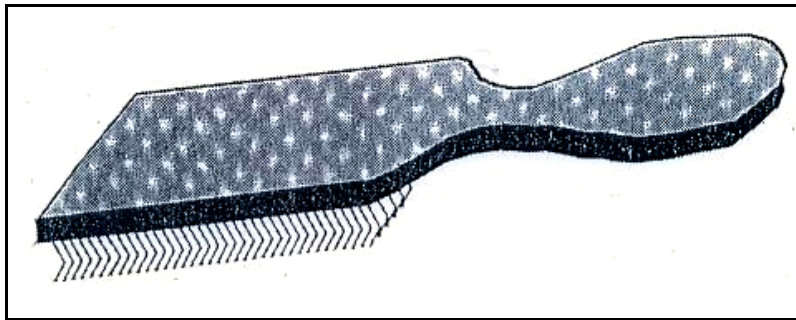
Il est exécuté sur des surfaces très larges, en limant suivant deux directions a et b, en tenant à gauche puis à droite de l'étau de façon que l'inclinaison des traits soit orientée à 45° par rapport aux bords de la pièce (figure 47.1).

- Limage à traits en long

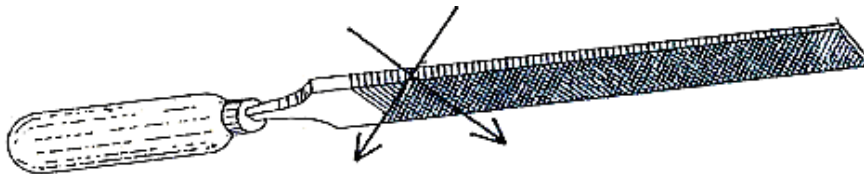
Il n'est exécuté qu'après les traits croisés lorsque les surfaces sont parfaitement dresser et très près de la cote à quelques centièmes de mm en utilisant une lime douce tenue avec les deux mains et manœuvrée dans le sens de la longueur de la pièce.

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

### 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.

### III.3. TRAÇAGE

#### - 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.

#### - 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 :

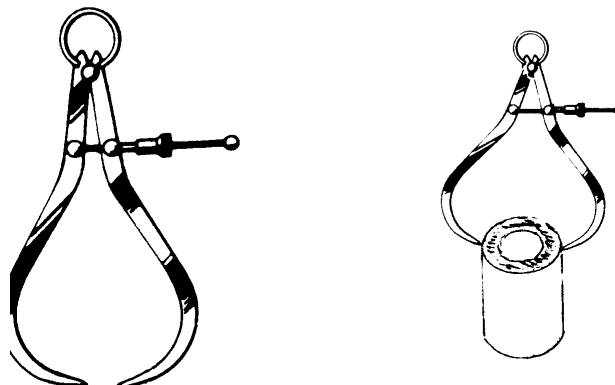
Support en fonte pour appuyer les pièces ou soutenir les pièces cylindriques.

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

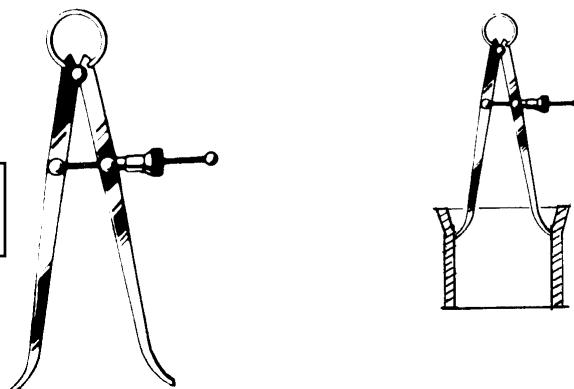
COMPAS A  
POINTES



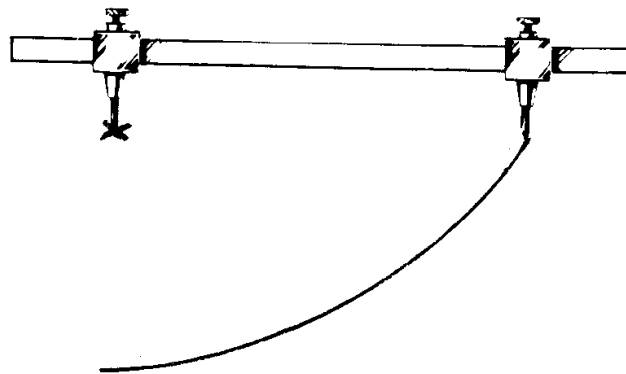
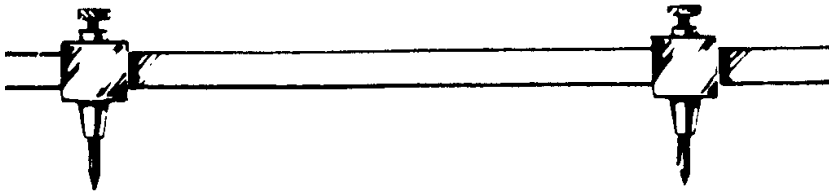
COMPAS  
D'ÉPAISSEUR



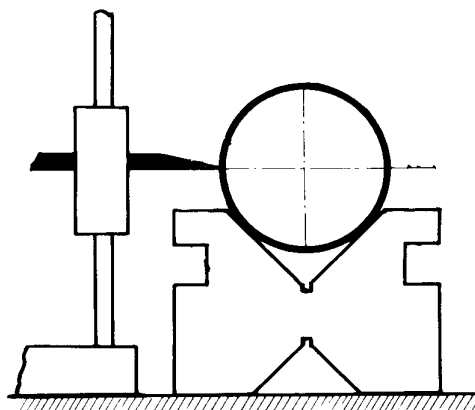
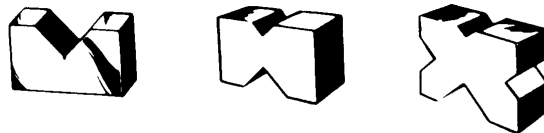
COMPAS  
D'INTÉRIEUR



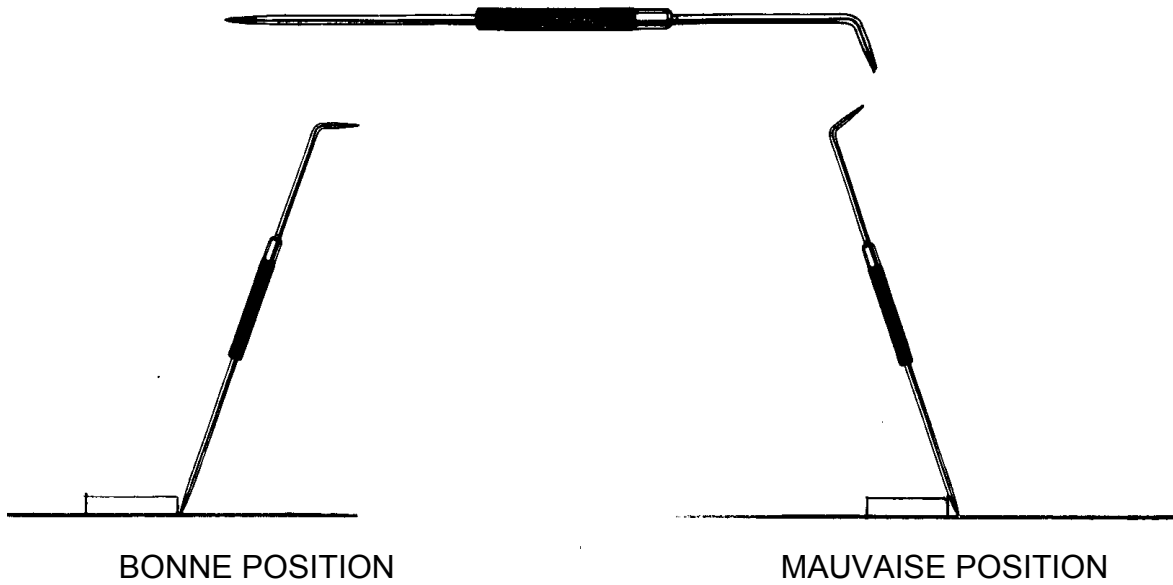
COMPAS A VERGES :



VÉS :



### POINTE À TRACER

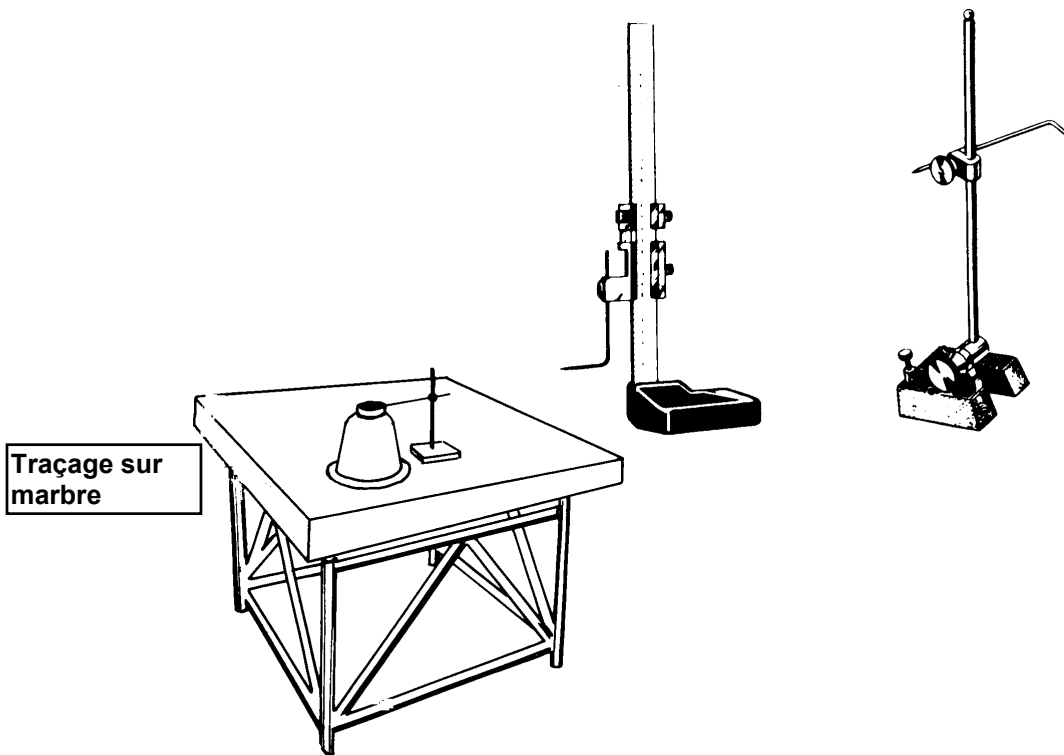


### POINTEAU

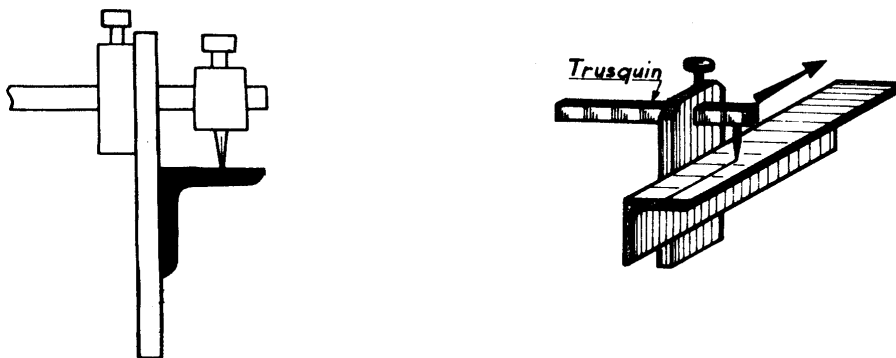




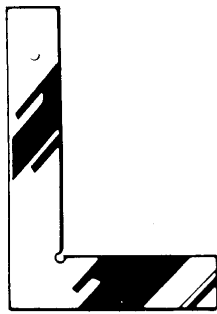
## TRUSQUINS



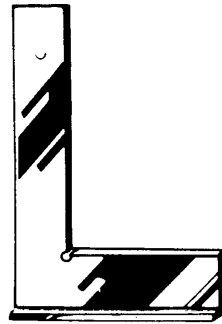
## TRUSQUIN A PROFILES



## EQUERRES



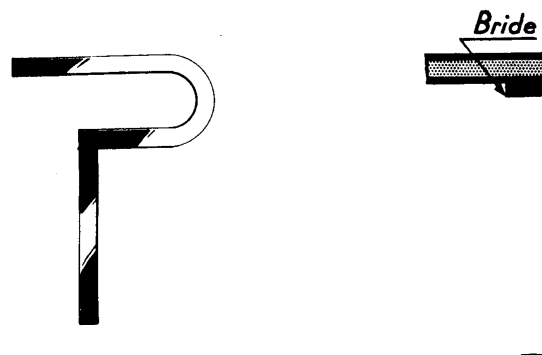
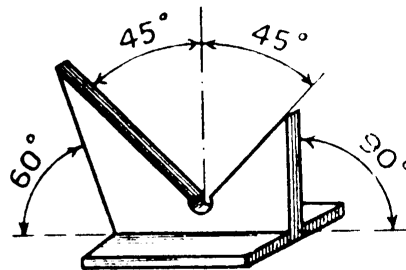
PLATE



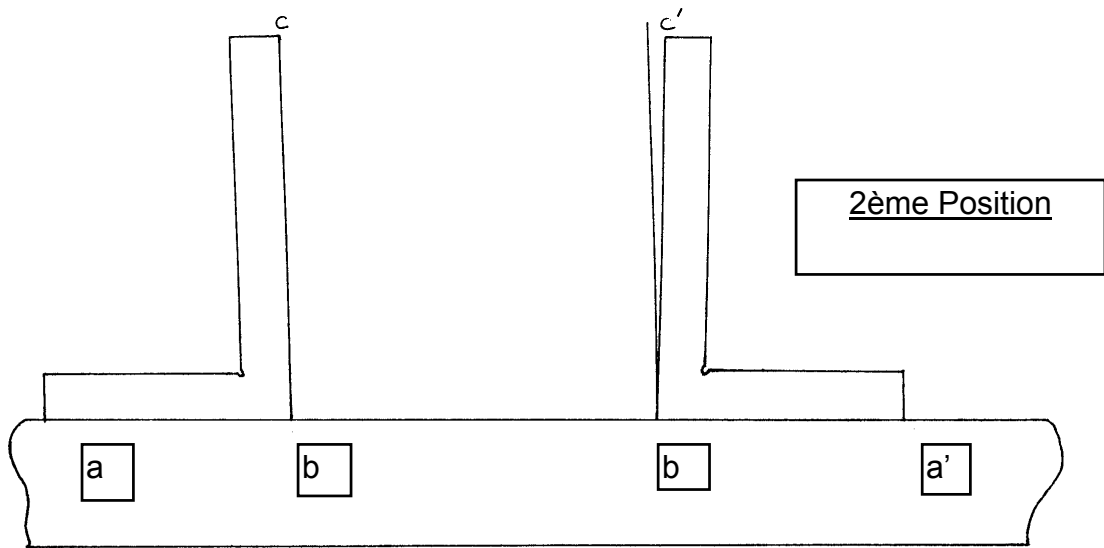
A CHAPEAU



D'ONGLET



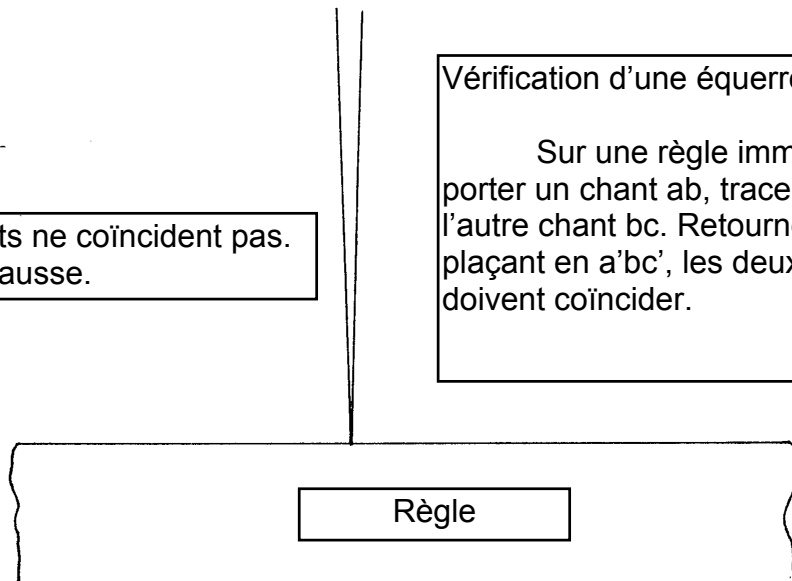
A BRIDE



Les 2 traits ne coïncident pas.  
Équerre fausse.

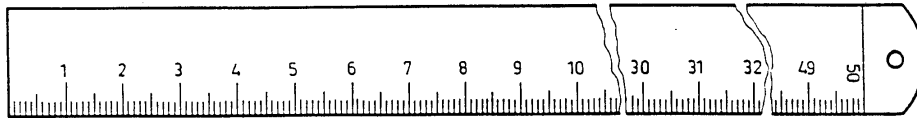
Vérification d'une équerre à 90°.

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°

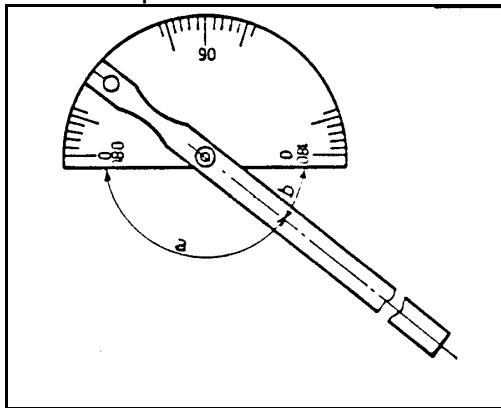
## UNE REGLE DIVISEE



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.

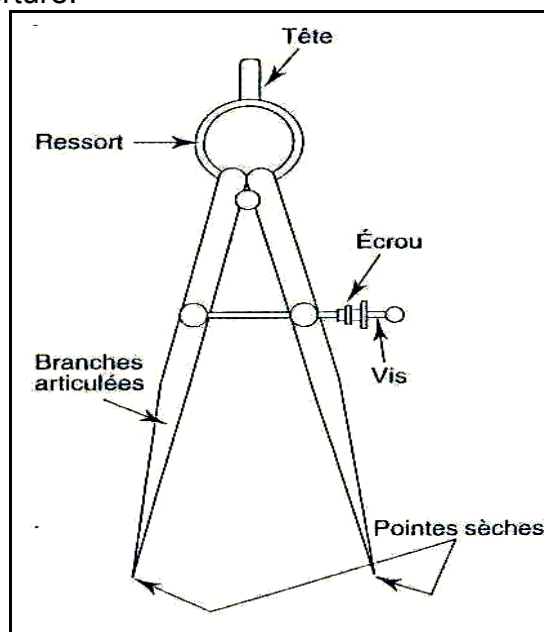
## RAPPORTEUR D'ANGLE

Utilisé pour tracer ou mesurer les angles.



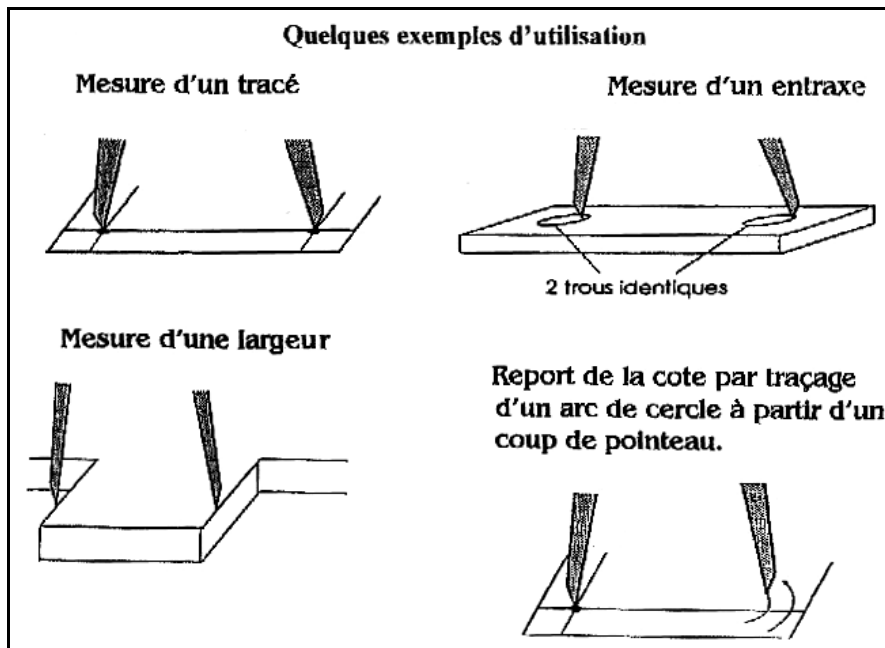
## LE COMPAS D'AJUSTEUR

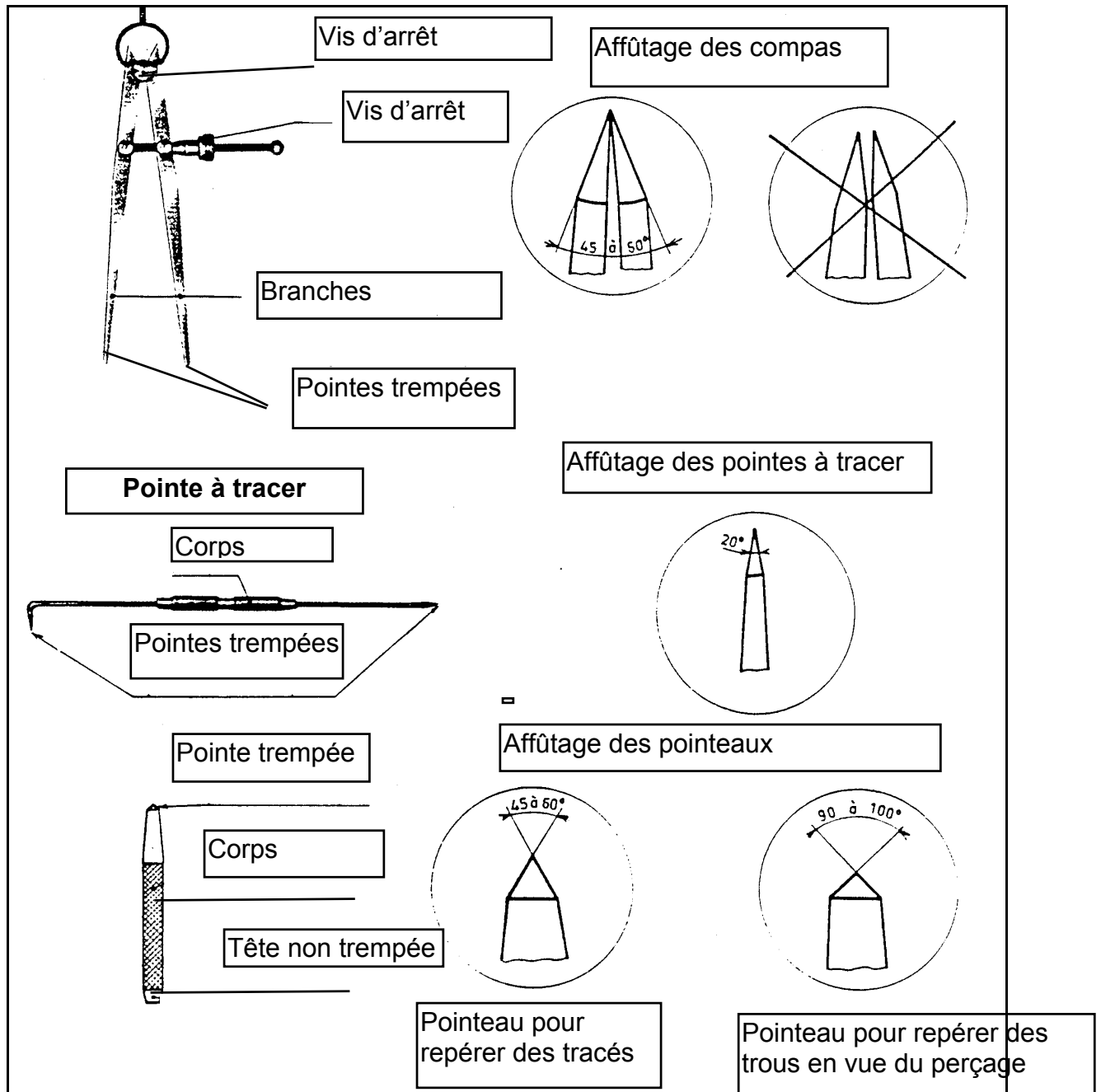
Ses pointes sont en acier dur, affûtées et trempées, un écrou à réglage rapide permet de régler l'ouverture.



Le compas d'ajuteur 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.

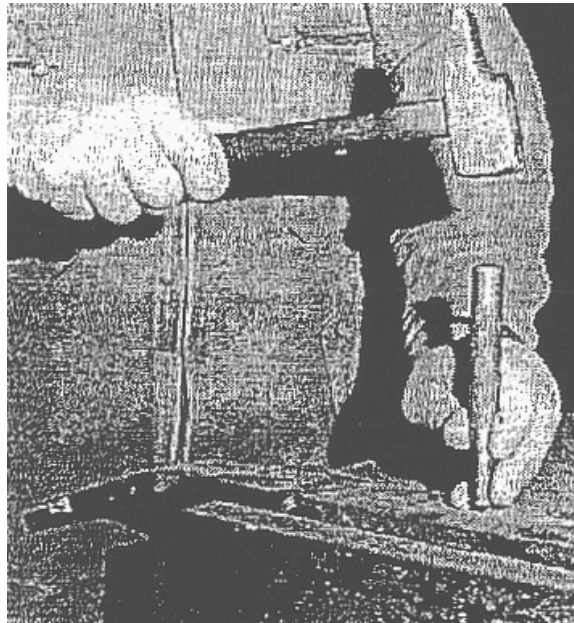
### III.4. POINTAGE

#### 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 affûtée et trempée. 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.

### III.5. LE 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  $\varnothing$  12 à 100 mm selon les machines (grande rapidité et précision en perçage de  $\varnothing$  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 à 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

Appelée ainsi, 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 assurée automatiquement, au moyen de l'énergie développée par le moteur électrique.



Perceuse / Taraudeuse à colonne sur pied  
à avance automatique



Perceuse-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 équipées 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



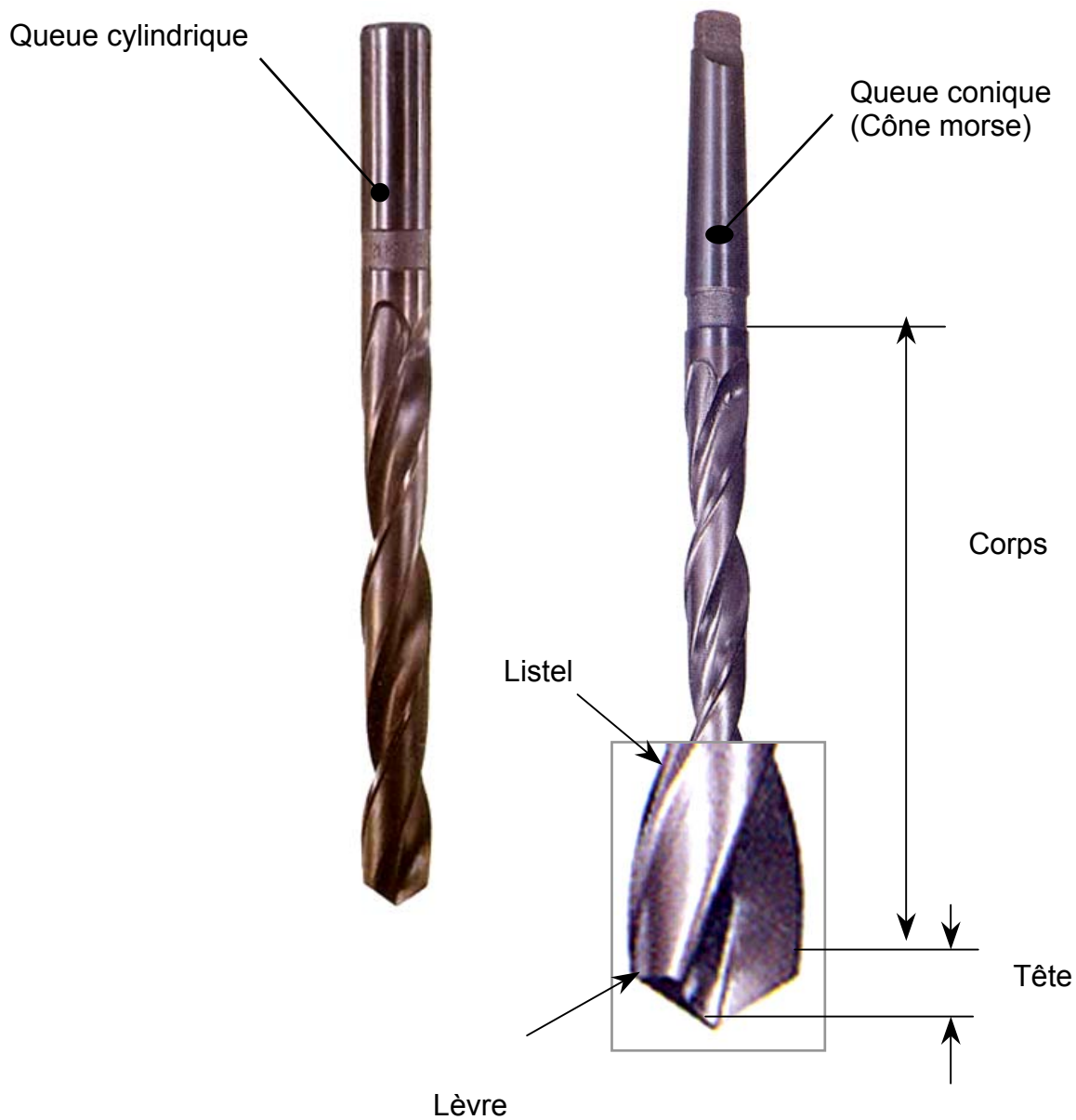
- Chasse cône semi automatique

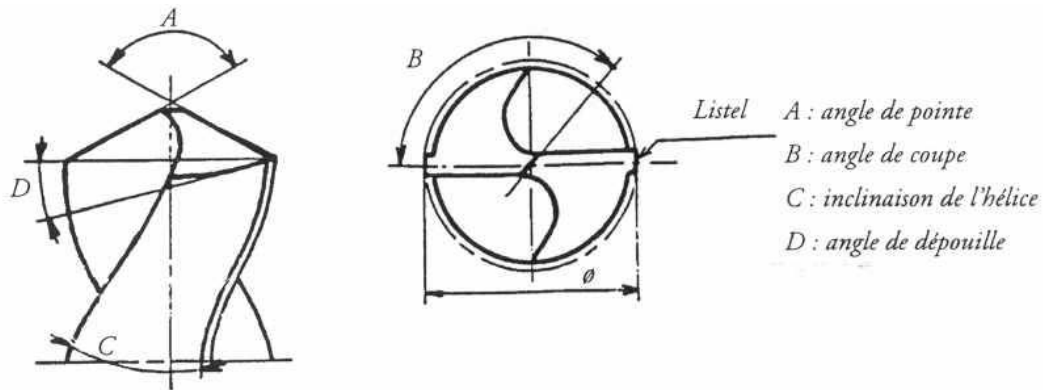


### - Caractéristiques des forets hélicoïdaux

Il existe 2 catégories de forets :

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





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 ce désert.  $\varnothing$  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.

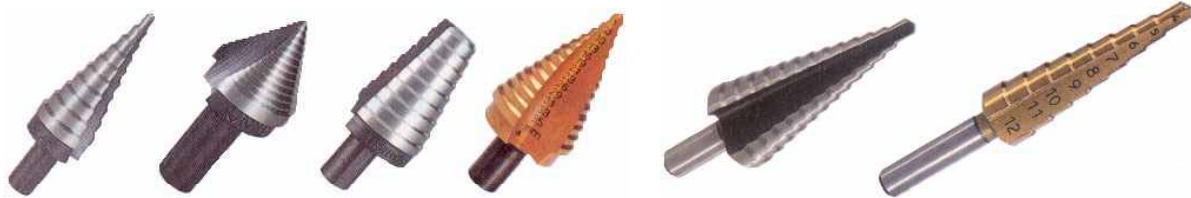
Destiné aux montages de plusieurs parties et ensembles lorsqu'il y a besoin d'aligner des trous ou de les agrandir.



- 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.

Meilleur 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  $\varnothing$  correspondants aux tubes couramment utilisés et les arbres - supports des trépan.



### - Montage d'un foret

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

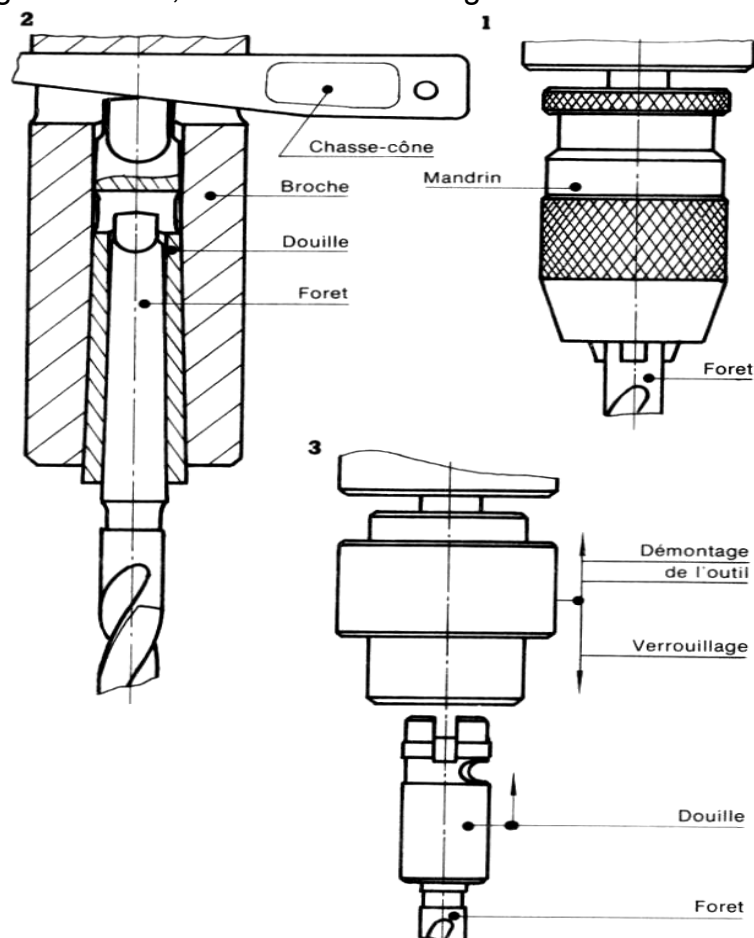


Figure 48

- Foret à queue cylindrique

Le foret est monté dans un mandrin de perçage (figure 48.1).

- Foret à queue conique

- Montage direct

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

- Montage indirect (figure 48.2)

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

- Montage rapide (figure 48.3)

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.

**- Démontage d'un foret (figure 48.2)**

Pour le démontage d'un mandrin de perçage ou d'un foret à queue conique, on utilise une chasse-cône; avant cette opération de démontage, il faut penser à enlever le foret du mandrin de perçage.

**- 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 :

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

**- 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.

**- 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  $8^\circ$  et  $12^\circ$

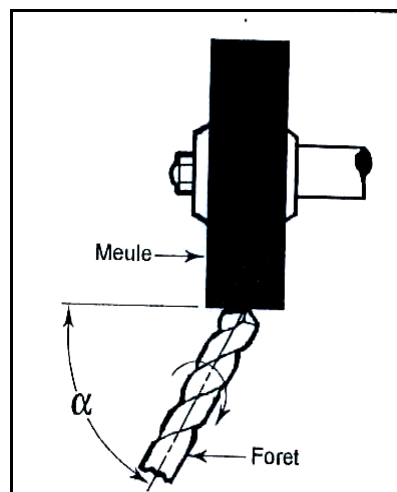
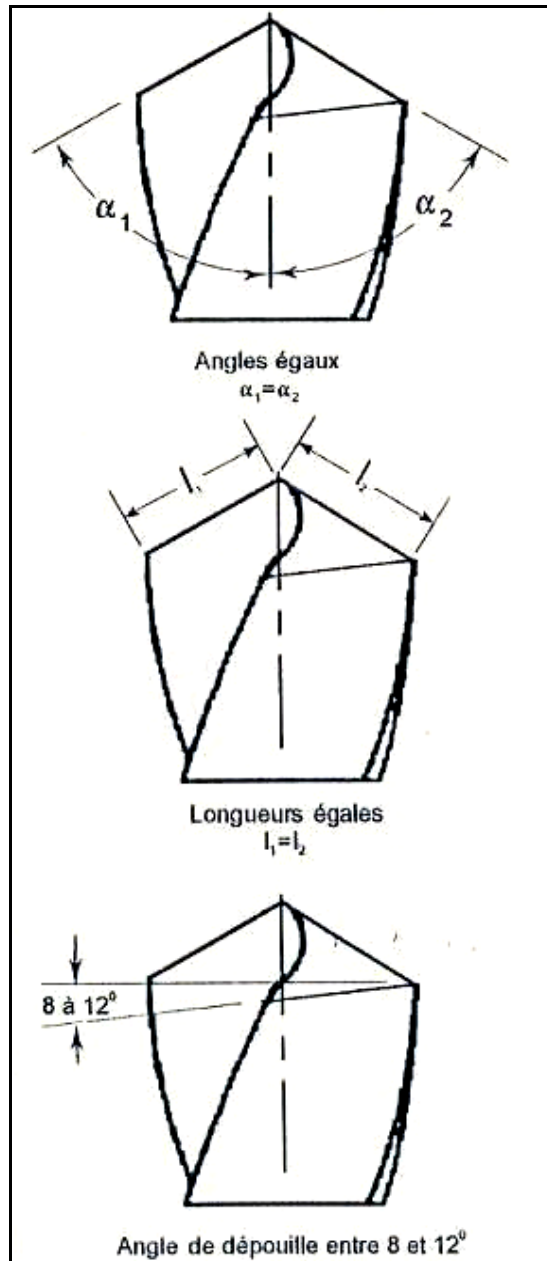
**Caractéristiques recherchées**

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. |

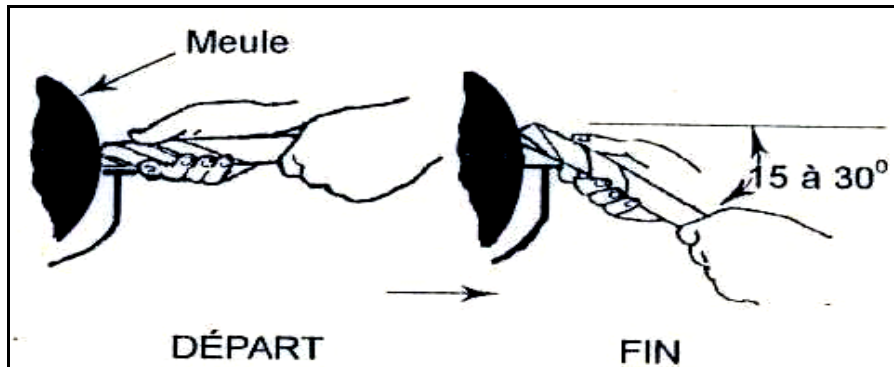




On commence par placer le foret à l'horizontale ou de préférence légèrement inclinée.

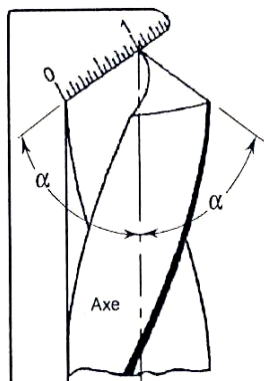
On appuie ensuite la lèvre du foret contre la meule et on abaisse la queue sans tourner le foret (cela doit se faire d'un mouvement continu).

Une fois que le meulage de la première lèvre est terminé, on tourne le foret de  $180^\circ$  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	- Trou trop grand - Affûtage fréquent - Broutage lors de la finition d'un trou à moitié percé.
Angles inégaux	- Affûtage fréquent - Une seule lèvre qui coupe (un seul coupeau)
Angle de dépouille trop petit	- Foret qui glisse - On doit augmenter la pression de perçage - Surcharge - Usure rapide.
Angle de dépouille trop grand	- Cassure des lèvres - Grippage du foret - Trou trop grand

**III.6. ALÉSAGE MANUEL**

**Objectifs** à atteindre :

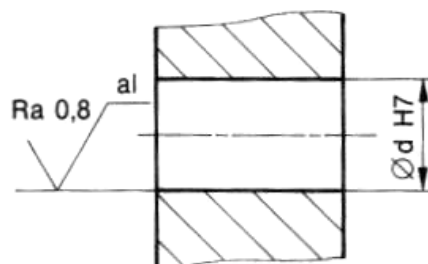
- Maîtriser les notions concernant l'alésage (définition, les caractéristiques) ;
- Savoir les types des alésoirs ;
- Déterminer le diamètre de perçage en vue de l'alésage;
- Procédure de l'alésage;
- Application des mesures préventives

- **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).



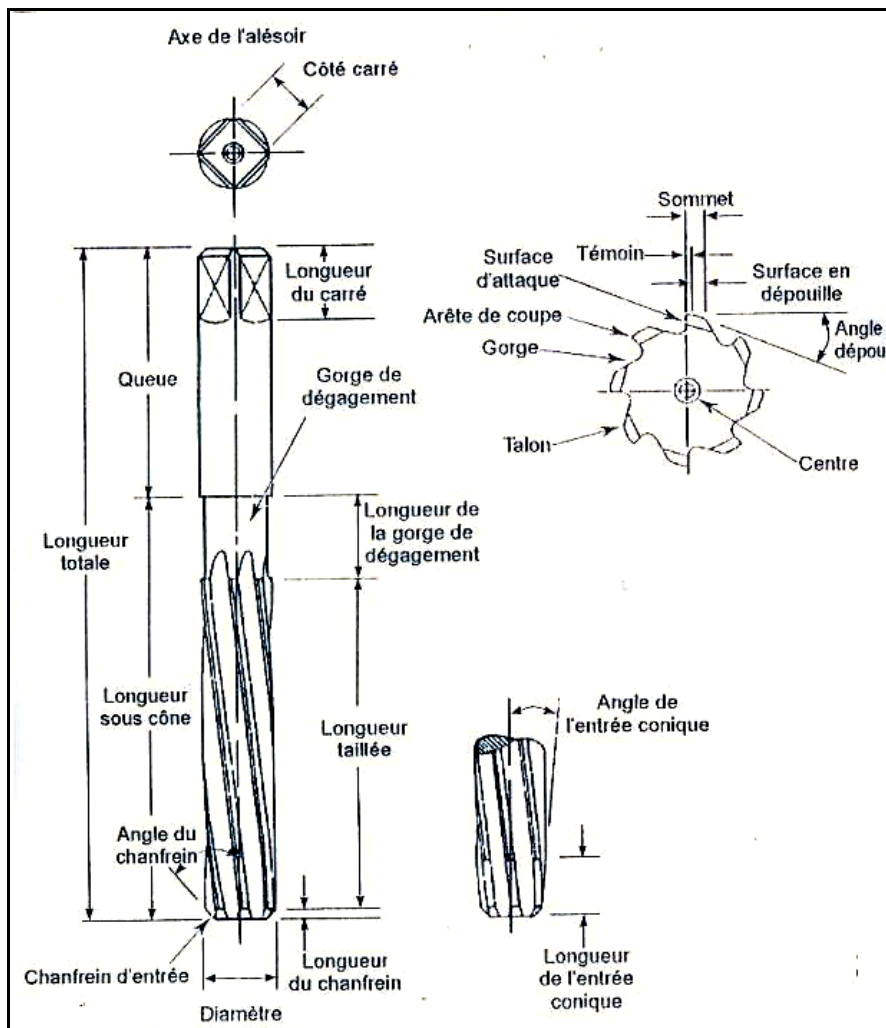
### - Caractéristiques des alésoirs

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.

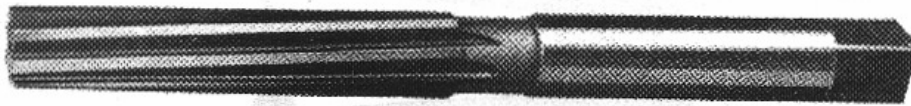


### - Les alésoirs les plus employés

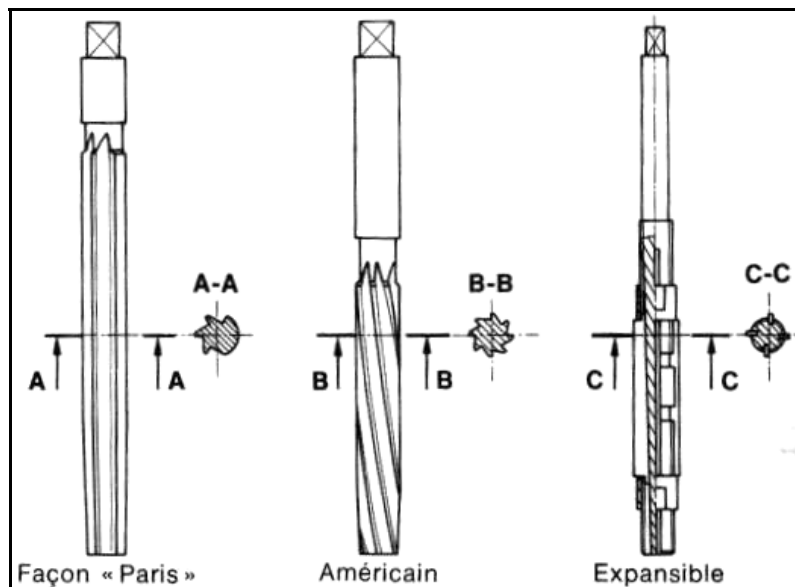
- Alésoir façon paris



- Alésoir américain

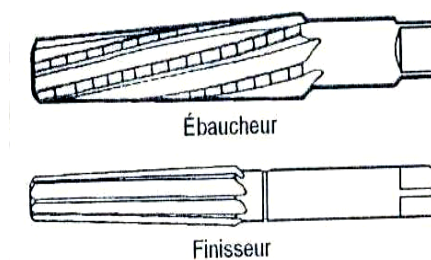


- Alésoir expansible



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 fée dus avec une vis conique qui fait grossir le diamètre quand on le serre. La vérification se fait donc à l'aide d'un micromètre.

### - Montage des alésoirs

Les alésoirs machine peuvent se monter dans le mandrin de perçage (queue cylindrique) (figure 49.a) ou directement dans la broche (figure 49.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 (figure 49.c).

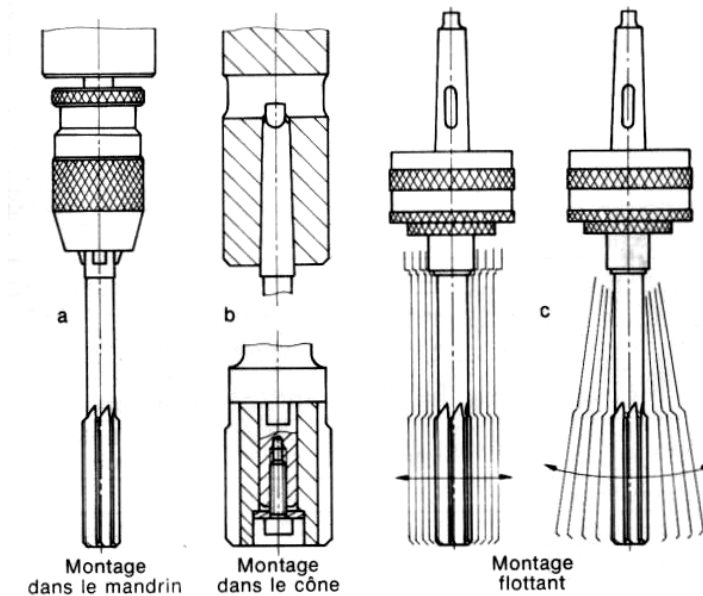


Figure 49

### - Surépaisseur d'alésage

- $\varnothing$  de perçage =  $\varnothing$  d'alésage x 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

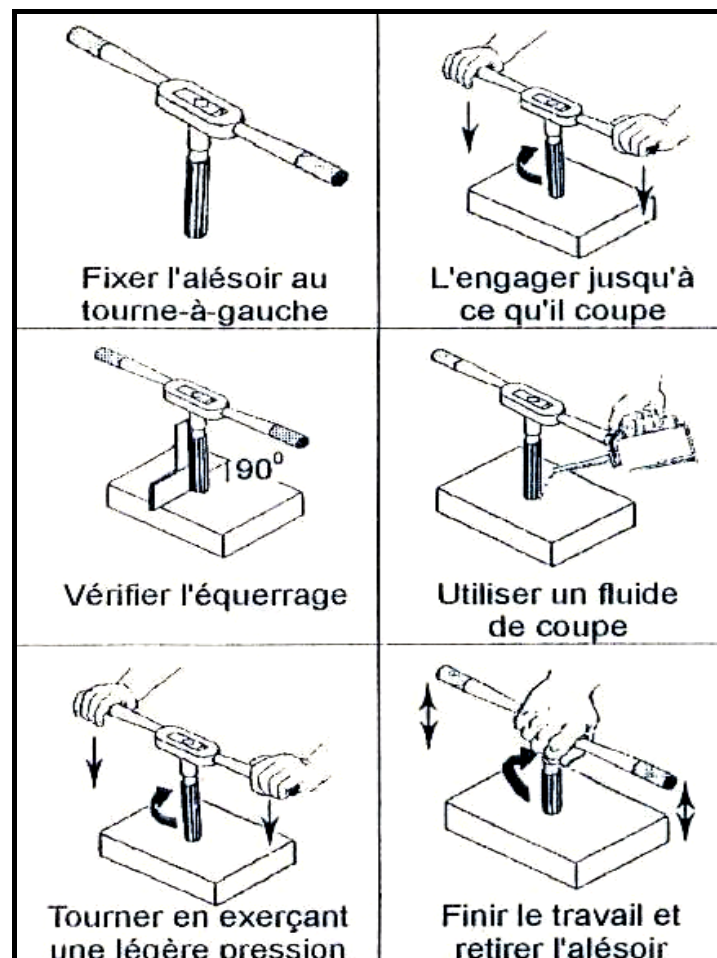
### - Procédure d'alésage

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.



#### - Conseils pratiques pour l'alésage

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

### III.7. TARAUDAGE ET FILETAGE

**- Definition**

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

Terminologie:

FILETAGE	Une vis est : filetée
TARAUDAGE	Un écrou est : taraudé

**- Modes d'obtention**

Avec outil à utilisation manuelle: Taraud (taraudage) ou Filère (filetage).

**- Caracterisitiques des filetages et des taraudages**

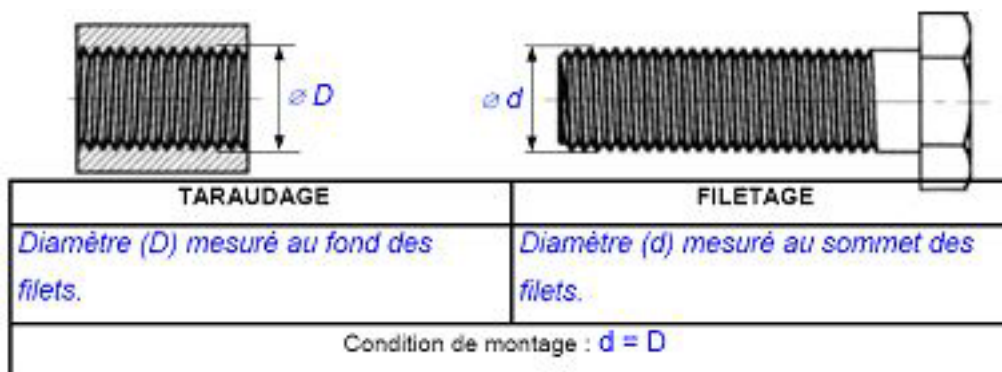
Pour qu'un écrou puisse être assemblé à une vis, les deux éléments doivent avoir les mêmes caractéristiques : profil du filet, diamètre nominal, pas, sens de l'hélice et nombre de filets.

a) Profil du filet

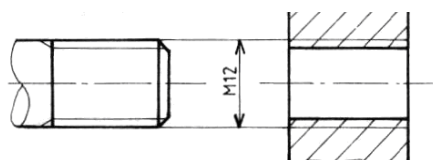
Il existe différents types de profils, nous retiendrons le plus courant (utilise dans la visserie courante de commerce): le profil métrique ISO. Le symbole du profil métrique ISO: **M**.

b) Diameter nominal

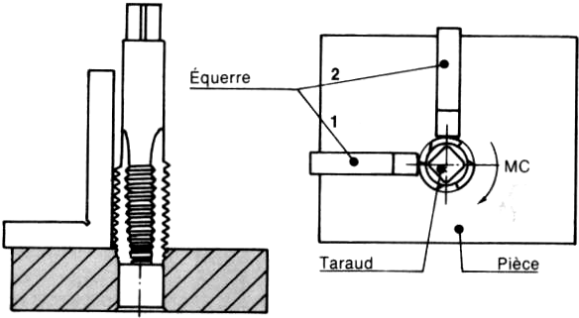
Le diameter nominal correspond au plus grand diameter du filetage (d) ou du taraudage (D).



**- Représentation d'un taraudage et un filetage :**



- Réalisation du taraudage

N°	PHASES	SCHEMAS	EXECUTION	
			OUTILS	CONTROLE
	<p><u>1 TROU DÉBOUCHANT</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre voulu.</li> <li>➤ Chanfreiner le trou des deux côtés de la pièce.</li> <li>➤ Prendre un tourne-à-gauche approprié (suivant le diamètre et le carré d'entraînement du taraud).</li> <li>➤ Engager le taraud n° 1 dans la pièce de quelques filets (figure 1).</li> <li>➤ Contrôler la perpendicularité du taraud suivant deux plans.</li> <li>➤ Tourner dans le sens Mc pour tarauder la pièce.</li> <li>➤ Détourner pour briser les copeaux environ tous les 1/4 de tour.</li> <li>➤ Passer si possible le taraud de part en part dans la pièce.</li> <li>➤ Lubrifier pendant l'opération de taraudage.</li> <li>➤ Tarauder ensuite de la même façon avec le taraud n° 2 (semi finisseur) et le taraud n° 3 (finisseur).</li> </ul>	 <p>Figure 1</p>	<p>Foret</p> <p>Jeu de 3 Tarauds</p>	<p>Équerre</p>

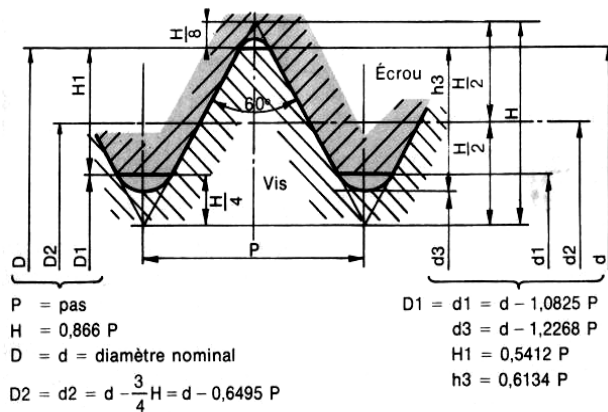


N°	PHASES	SCHEMAS	EXECUTION	
			OUTILS	CONTROLE
	<p><u>2. TROU BORGNE (figure 2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre voulu sur une profondeur y.</li> <li>➤ Chanfreiner le trou.</li> <li>➤ Engager le taraud dans le trou.</li> <li>➤ Mesurer la cote L.</li> <li>➤ Tarauder jusqu'à la cote X; <math>X = (L - e)</math> ; e = profondeur du taraudage dans la pièce.</li> </ul> <p><u>REMARQUES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La méthode de taraudage d'un trou borgne est la même que celle d'un trou débouchant.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Figure 2</p>	<p>Foret</p> <p>Jeu de 3 Tarauds</p>	<p>Réglet</p>

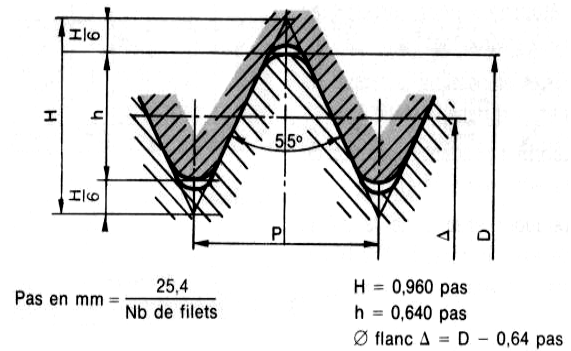
- Différents profils de filetage

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

- a) type « ISO » pour toute la visserie en mécanique,
- b) 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

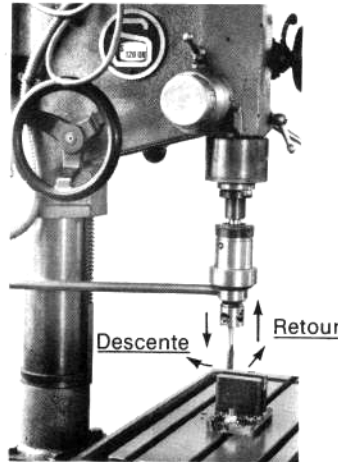
Ø nominal	Pas	Ø de perçage
4	0,70	3,30
5	0,80	4,20
6	1	5
8	1,25	6,70
10	1,50	8,50
12	1,75	10,25
14	2	12
16	2	14
18	2,5	15,50
20	2,5	17,50
22	2,5	19,50
24	3	21

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 :

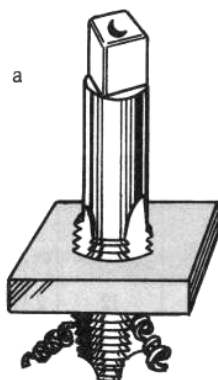
- Une taraudeuse,
- Un appareil à tarauder monté sur une perceuse.



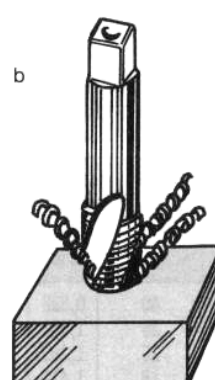
Les tarauds machine

Ils permettent d'obtenir des filetages en une seule passe. Le type de taraud est choisi 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 (figure 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 (figure b)



Taraud à coupe « GUN » pour trous débouchants



Taraud à goujures hélicoïdales à droite pour trous borgnes

- Calcul de diamètre de perçage

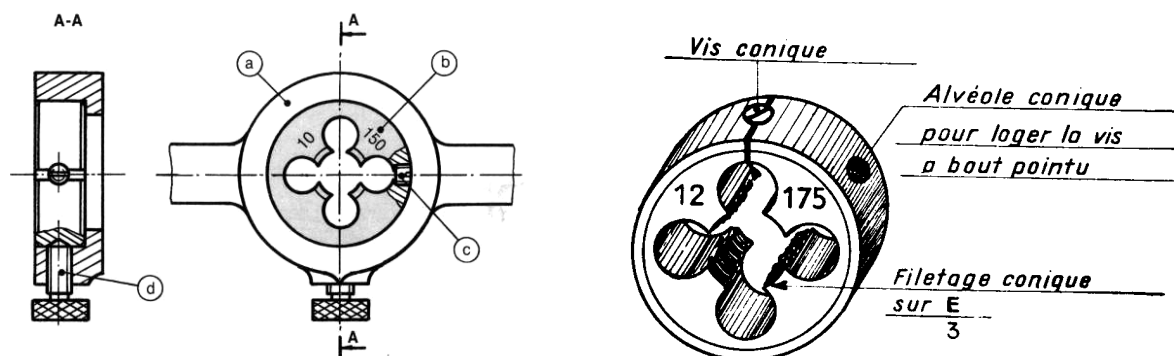
Diamètre de perçage avant taraudage = diamètre nominal - pas.

- 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.

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.

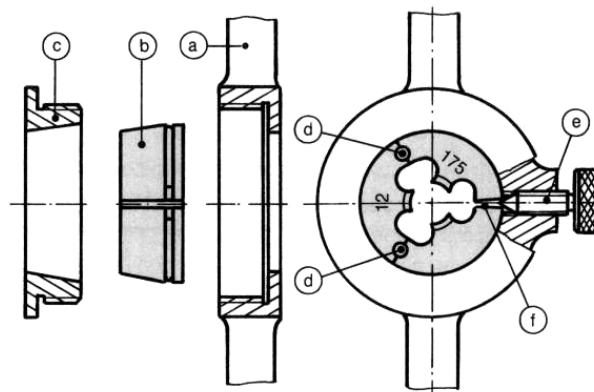
Réglage de diamètre de filetage :

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.

**Module 6 : USINAGE MANUEL**  
***GUIDE DES EXERCICES ET TRAVAUX  
PRATIQUES***

## TP 1 – Traçage

### 1.1. Objectifs visés

Se familiariser avec les opérations de traçage.

### 1.2. Durée du TP

6 heures

### 1.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**
  - produit colorant (sanguine)
  - tôle en acier
  - pièce cylindrique
  - pièce prismatique
- **Equipements :**
  - Marbres
  - Trusquins simples
  - Réglets gradués
  - Pointes à tracer
  - Équerres à chapeaux ou à 90
  - Vés de traçage
  - Pinceaux
  - Compas

### 1.4. Description du TP

Pointer et tracer des pièces.

### 1.5. Déroulement du TP

#### a) **Traçage sans référentiel plan**

- Préparation de la pièce choisie par le formateur  
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 (figure 1.1).  
Faire coïncider les traces avec la rectitude d'un réglet ou d'une règle, bien le maintenir, tracer à la pointe à tracer (figure 1.2).
- Tracer un axe perpendiculaire à une surface de référence (SR) (figure 1.3)  
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 (figure 1.4)
  - 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**.

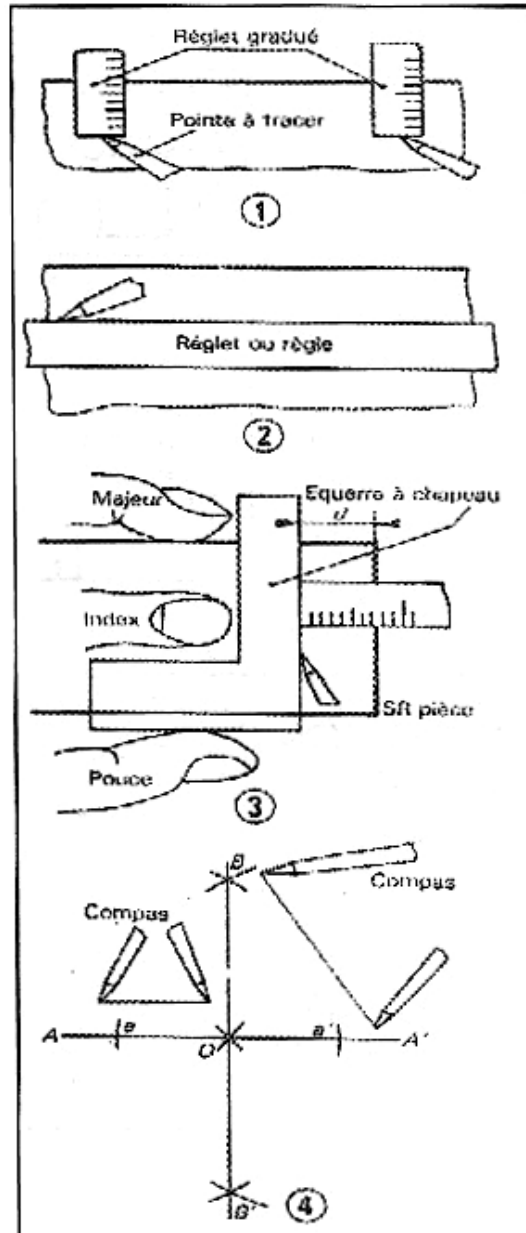


Figure 1

### b) Traçage basé sur un référentiel plan

- Traçage parallèle à la surface d'appui (figure 2.1)
- 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 (figure 2.2)
- 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  $90^\circ$  comme en figure 2.3 en l'orientant avec une équerre. Sans dérégler le trusquin, tracer l'autre trait.
- Traçage de l'axe de symétrie d'une pièce prismatique (figure 2.4)
- 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 1.4, il faut descendre la pointe du trusquin.

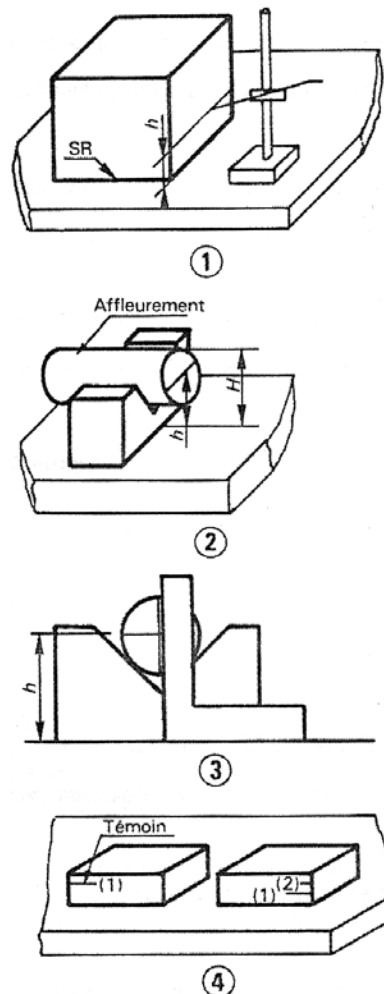


Figure 2

## TP 2 – Traçage et sciage

### 2.1. Objectifs visés

Se familiariser avec les opérations de traçage et sciage.

### 2.2. Durée du TP

2 heures

### 2.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**
  - Tôle en acier des différentes épaisseurs (maximum 4 mm).
- **Equipements :**
  - Pointes à tracer ;
  - Pointeau à 60°
  - Marteau rivoir
  - Réglet gradé
  - Scie à main.

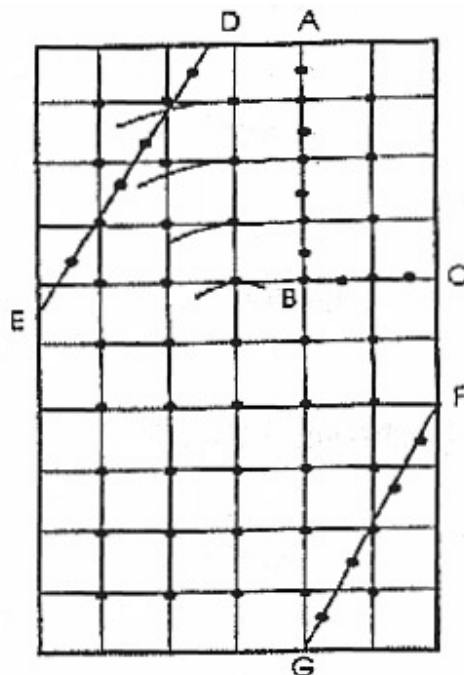
### 2.4. Description du TP

Pointer et tracer une pièce et découper-la à la scie à main.

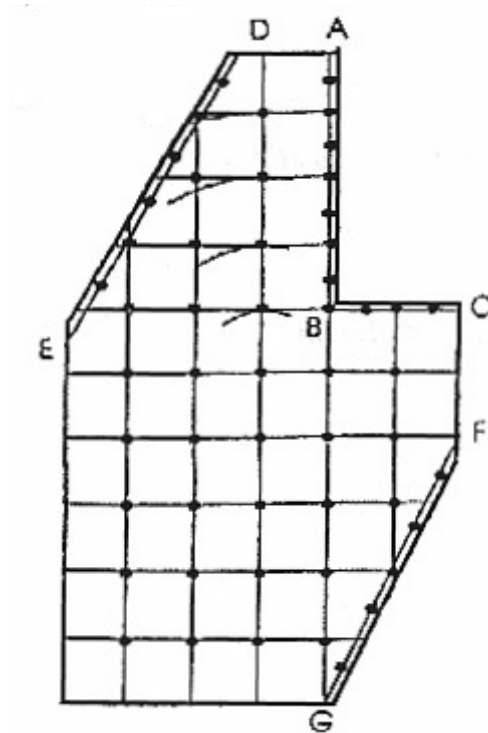
### 2.5. Déroulement du TP

a)

- Tracer le débit selon le plan ci-contre (choisir les dimensions en fonction des chutes de tôle existantes dans l'atelier).
- Retoucher le tracé au pointeau.



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



### TP 3 – Limage à traits croisés et à traits en long

#### 3.1. Objectifs visés

Réaliser des opérations de limage.

#### 3.2. Durée du TP

3 heures

#### 3.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**

- Débit 60 x 20 x 80 mm
- Craie blanche

- **Equipement :**

- Lime plate bâtarde de 300 mm
- Lime plate demi douce de 200 mm
- Carde à lime
- Règle d'ajusteur
- Marbre
- Pied à coulisse
- Cylindre étalon
- Équerre à 90°
- Comparateur à cadran
- Trusquin simple
- Compas d'épaisseur

#### 3.4. Description du TP

Faire un exercice d'application de limer les six faces d'une pièce déjà préparée.

#### 3.5. Déroulement du TP

- Choisir une grande surface, limer la face (1) ; contrôler la planéité.
- Réaliser le plan opposé (2), parallèle et à la cote.
- Limer le plan 3 perpendiculaire aux faces limées.
- Limer le plan 4 parallèle à 3, perpendiculaire aux autres et à la cote.
- Limer le plan (5) et (6) parallèles et à la cote.
- Contrôler la planéité, l'équerrage et le parallélisme.

### TP 4 – Pointage d'un trou

#### 4.1. Objectifs visés

Réaliser des opérations de pointage et de perçage.

#### 4.2. Durée du TP

2 heures

#### 4.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**

- Tôle ou barre en acier d'épaisseur mini 20 mm
- Craie blanche

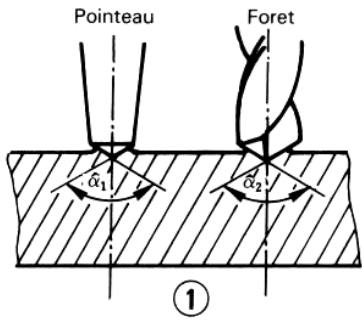
- **Equipement :**

- Réglets gradués
- Pointes à tracer
- Pinceaux
- Foret des différents diamètres.

#### 4.4. Description du TP

Pointer et éventuellement percer une tôle et une barre choisies par le formateur.

#### 4.5. Déroulement du TP

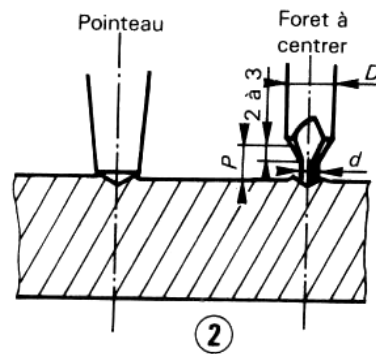
N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choisir un pointeau d'un angle de pointe égale à l'angle de pointe du foret : <math>\alpha_1 = \alpha_2</math> (figure 1).</li> <li>- Tracer la position du trou.</li> <li>- Pointer en frappant sur le pointeau tenu bien verticalement.</li> <li>- Percer avec le foret correspondant au diamètre à percer.</li> </ul>		<p>Pointeau</p> <p>Foret à centrer</p>	<p>Calibre d'angle</p>

**Opération éventuelle** (figure 2)

Percer à une profondeur  $P$  de façon que la partie conique du foret à centrer pénètre de 2 ou 3 mm.

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  $D = 8$ ;  $d = 2,5$ .

**Utiliser ensuite le foret de diamètre  $D$  demandé par le dessin, qui restera correctement centré au début du perçage.**



## TP 5 – Perçage des trous

### 5.1. Objectifs visés

Réaliser des opérations de perçage des différents trous.

### 5.2. Durée du TP

18 heures

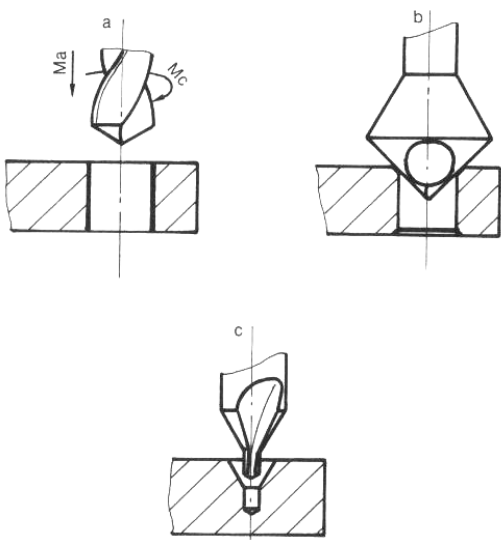
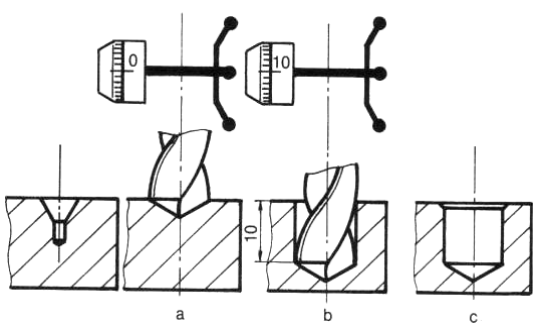
### 5.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**
  - Tôle ou barre en acier d'épaisseur mini 20 mm
  - Craie blanche
- **Equipement :**
  - Réglets gradués
  - Pointes à tracer
  - Pinceaux
  - Foret des différents diamètres.

### 5.4. Description du TP

Pointer et percer une tôle et une barre choisie par le formateur.

### 5.5. Déroulement du TP

N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p><b>1. Trou débouchant (figure 1)</b></p> <p>La pièce est abloquée en étau sur des cales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Positionner l'âme du foret dans le coup de pointeau.</li> <li>➤ Régler la vitesse de rotation de la broche.</li> <li>➤ Amorcer le perçage, percer, débourrer (au débourrage, réduire l'effort sur le levier pour une avance manuelle) (figurer 1.a).</li> <li>➤ Ébavurer le trou (figure 1.b) de chaque côté de la surface.</li> <li>➤ Contrôler la position et le diamètre du trou réalisé.</li> <li>➤ Pour un bon guidage de la pointe des forets d'un diamètre supérieur à 8 mm, un centrage précède le perçage (figure 1.c).</li> </ul> <p><b>2 Trou borgne (figure 2)</b></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"> <li>➤ Percer jusqu'au diamètre du foret, régler le tambour gradué à 0 (figure 2.a).</li> <li>➤ Percer, lire la profondeur sur le tambour (figure 2.b), ébavurer le trou (figure 2.c).</li> <li>➤ Contrôler la position, le diamètre et la profondeur du trou.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Figure 1</p>	Foret	
		 <p style="text-align: center;">Figure 2</p>		



**3 Trous sécants à axes  
perpendiculaires (figure 3)**

L'intersection de deux trous pose souvent des problèmes.

- Percer le premier trou au diamètre  $d$  (figure 3.a).
- Réaliser le second trou à un diamètre  $d_1$  (figure 3.b) tel qu'il n'y a pas d'interférence des deux trous.
- Agrandir au diamètre  $d_2$  (figure 3.c).
- Ébavurer la pièce, vérifier les diamètres obtenus.
- Contrôler la position des trous.

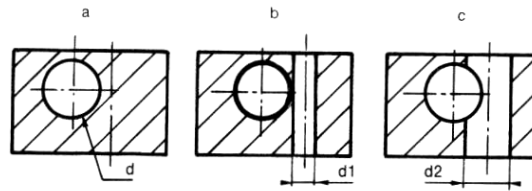


Figure 3

**4) Trou à diamètre supérieur à  
18 mm**

- Brider l'étau ou l'arrêter en rotation par une butée (figure 4.a).
- Centrer le trou, percer un avant-trou d'un diamètre  $d = 1/3$  du diamètre à réaliser (figure 4.b).
- Percer le trou au diamètre voulu ( $D$ ) (figure 4.c).
- Ébavurer la pièce et vérifier le diamètre obtenu.
- Contrôler la position du trou réalisé.

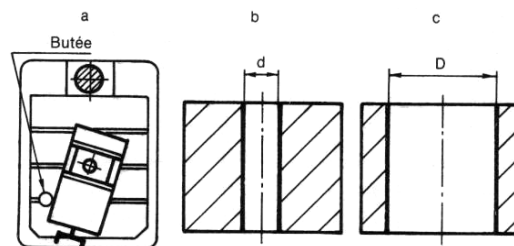


Figure 4

**5) Perçage sur plan incliné**

a) Sur faible pente (figure 5)

- Centrer le trou (figure 5.a).
- Percer au diamètre voulu (figure 5.b). (Faible pression sur le foret au début du perçage.)

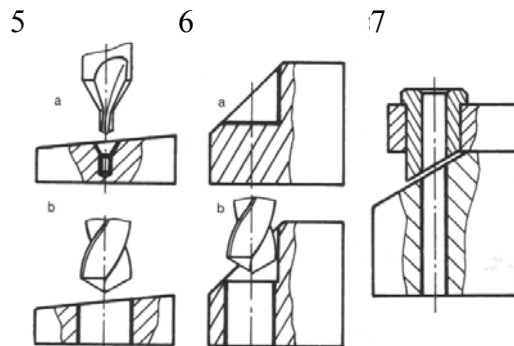


Figure 5, 6, 7

Foret à  
centrer

Foret

**b) Sur forte pente (figure 6)**

- Avant le perçage, on exécute un lamage d'un diamètre supérieur au diamètre du trou à réaliser (figure 6.a). L'axe du foret est perpendiculaire à la surface d'attaque de la pièce.
- Centrer, percer (figure 6.b), ébavurer, contrôler le diamètre et la position du trou.

**c) Dans montage d'usinage (figure 7)**

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 (figure 8)**

- La pièce est montée dans un vé sur une table 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.

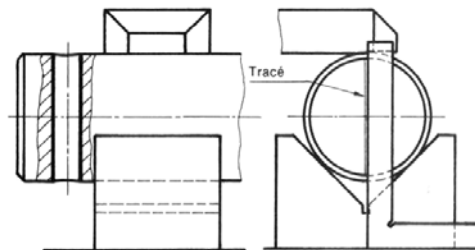


Figure 8

**8) Perçage sur tôle** (figure 9)

- Immobiliser la pièce par bridage ou pince-bloc ; une cale de bois est nécessaire entre la pièce et la table de la machine (figure 9.a).
- Positionner l'âme du foret dans le coup de pointeau.
- Percer le trou au diamètre du guide ou du pilote (figure 9.b).
- Régler le trépan au diamètre voulu.
- Monter le guide dans le trépan.
- Découper le trou (figure 9.c).
- Ébavurer la pièce.

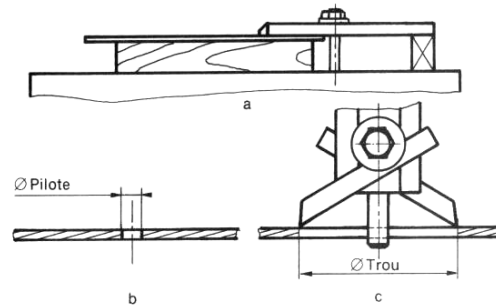


Figure 9

## TP 6 – Lamage et fraisurage

### 6.1. Objectifs visés

Réaliser des opérations de lamage et de fraisurage des différents trous.

### 6.2. Durée du TP

3 heures

### 6.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**
  - Tôle ou barre en acier d'épaisseur mini 20 mm
- **Equipement :**
  - Réglets gradués
  - Pointes à tracer
  - Pinceaux
  - Foret des différents diamètres.
  - Fraise à lamer
  - Fraise conique
  - Vé

### 6.4. Description du TP

Lamer et fraiser des différents trous dans une tôle ou une barre choisie par le formateur.

### 6.5. Déroulement du TP

N°	PHASES	SCHEMAS	EXÉCUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p><b>1) Lamage</b> (figure 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre du pilote d1 (figure 1.a).</li> <li>➤ Faire tangentes la fraise à lamer sur la surface de la pièce (machine à l'arrêt).</li> <li>➤ Régler le tambour gradué à 0 (figure 1.b).</li> <li>➤ Faire tourner la fraise, descendre de la profondeur h2 (figure 1.c)</li> <li>➤ Percer au diamètre d2 (figure 1.d).</li> <li>➤ Ébavurer la pièce.</li> </ul> <p><b>2) Fraisage</b></p> <p>a. <u>Fraise conique sans pilote</u> (figure 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre du passage de la vis d1 (figure 2.a).</li> <li>➤ Régler le tambour gradué à 0 après avoir fait tangenter la fraise sur la pièce, machine à l'arrêt (figure 2.b)</li> <li>➤ Descendre de la profondeur x (fonction de la vis) (figure 2.c).</li> <li>➤ Ébavurer la pièce.</li> </ul> <p>b. <u>Fraise conique avec pilote</u> (figure 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre du pilote d (figure 3.a).</li> <li>➤ Régler le tambour gradué à 0 après avoir fait tangenter la fraise sur la pièce (machine à l'arrêt, figure 3.b).</li> <li>➤ Descendre de la profondeur y (figure 3.c).</li> <li>➤ Percer au Ød1 (figure 3.d).</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Figure 1</p>	<p>Foret Fraise à lamer</p>	
		<p style="text-align: center;">Figure 2, 3</p>	<p>Fraise conique</p>	

## TP 7 – Alesage

### 7.1. Objectifs visés

Réaliser des opérations d'alesage des différents trous.

### 7.2. Durée du TP

6 heures

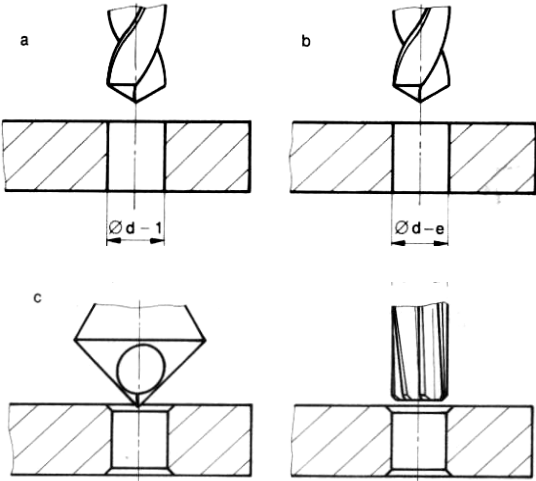
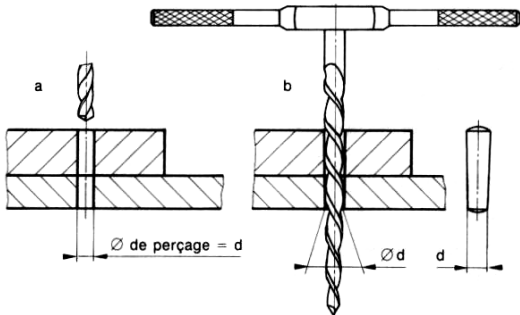
### 7.3. Matériels (Equipements et matière d'œuvre)

- **Matière d'œuvre :**
  - Tôle ou barre en acier d'épaisseur mini 20 mm
- **Equipement :**
  - Réglets gradués
  - Pointes à tracer
  - Pinceaux
  - Foret des différents diamètres.
  - Tourne-à-gauche
  - Alésoir «façon de Paris» ou type « américain »

### 7.4. Description du TP

Aleser des différents trous dans une tôle ou une barre choisie par le formateur.

### 7.5. Déroulement du TP

N°	PHASES	SCHEMAS	EXECUTION	
			OUTILS	CONTRÔLE
	<p><b>1. L'alésage cylindrique</b> Centrer le trou.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Percer au diamètre d'ébauche (<math>d - 1</math> mm pour <math>d &lt; 25</math> mm) (figure 1.a)</li> <li>➤ Percer au diamètre de demifinition (figure 1.b).</li> <li>➤ Ébavurer (figure 1.c).</li> <li>➤ Monter le tourne-à-gauche sur le carré d'entraînement de l'alésoir</li> <li>➤ Contrôler la perpendicularité de l'alésoir. Tourner dans le même sens. Une rotation contraire entraîne la rupture des dents de l'outil.</li> <li>➤ Aléser (alésoir « façon de Paris » ou type « américain »)</li> <li>➤ Dégager l'outil pour enlever les copeaux en tirant l'alésoir pour le sortir, tout en tournant suivant Mc.</li> <li>➤ Lubrifier souvent .</li> </ul> <p><b>2. L'alésage conique (figure 2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Maintenir les deux pièces en position et centrer le trou.</li> <li>➤ Percer au plus petit diamètre du trou (<math>d</math>) (figure 2.a).</li> </ul> <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"> <li>➤ Aléser les deux pièces assemblées (figure 2.b).</li> <li>➤ Contrôler souvent l'enfoncement de la goupille.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Figure 1</p>		
		 <p style="text-align: center;">Fig.2</p>		

**Module 6 : USINAGE MANUEL  
EVALUATION DE FIN DE MODULE**



OFPPT  
EFP

**Module 6 : USINAGE MANUEL**

---

***FICHE DE TRAVAIL***

Stagiaire

Code :

Formateur :

Durée : 3 heures

---

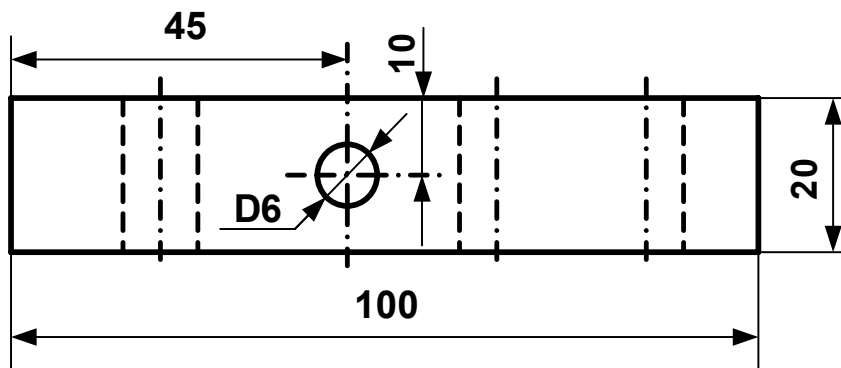
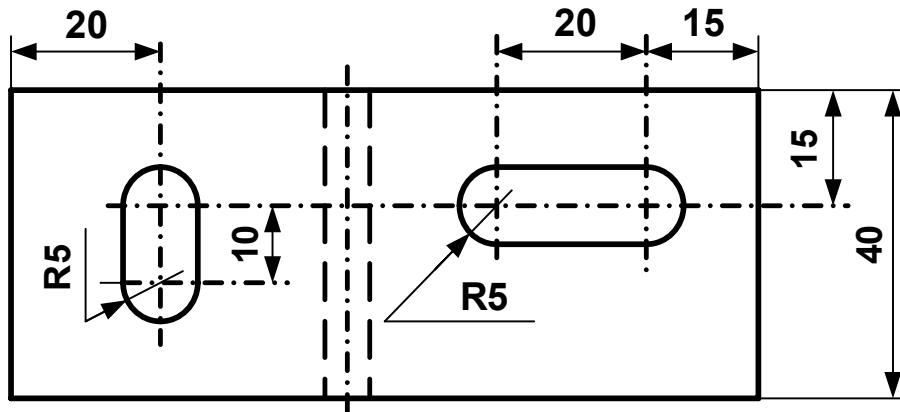
***(A titre d'exemple !)***

En se référant au dessin de définition présenté ci-dessous :

- a) Réaliser la pièce conformément aux indications du dessin en respectant les cotes, les tolérances dimensionnelles et de forme.
- b) Réaliser seul le contrôle de la pièce et indiquer sur le dessin les résultats obtenus pour chaque cote ;
- c) Respecter les mesures de prévention des accidents.

Matière : Acier laminé à chaud plat 40 x 20 mm, NF A 45-005

Note : Ebavurer et casser les angles



O.F.P.P.T.  
E.F.P.

**Filière : EMI**

**Niveau : Technicien**

**Epreuve de fin de module**

### **FICHE D'EVALUATION**

Stagiaire : .....

Code :

N°	<i>Description</i>	<i>Barème</i>	<i>Note</i>
1	- Traçage conforme aux dimensions	10	
2	- Limage adéquat	10	
3	Conformité de la pièce		
	- Dimensions correctes de la pièce	10	
	- Traçage correct	20	
	- Coupage correct	20	
	- Perçage correct	20	
	- Fini des surfaces extérieures conforme aux consignes	10	
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

### Liste des références bibliographiques

<b>Ouvrage</b>	<b>Auteur</b>	<b>Edition</b>
<i>Technologie des métiers AJUSTAGE</i>	<i>J. BONNET</i>	<i>Desforges éditeur</i>
<i>Profession de mécanique 1<sup>er</sup> livre</i>	<i>A. CASTELL, A. DUPONT</i>	<i>Hachette technique</i>
<i>Guide du dessinateur industriel</i>	<i>A. CHEVALIER</i>	<i>Hachette technique</i>