

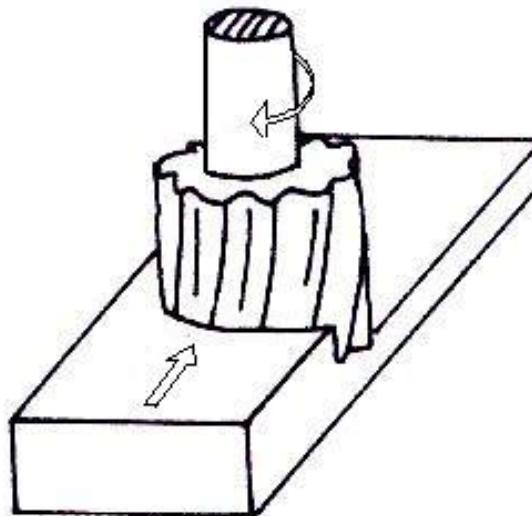
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Définition :

Le fraisage est un procédé de fabrication mécanique par enlèvement de matière faisant intervenir, en coordination, le mouvement de rotation d'un outil à plusieurs arêtes (mouvement de coupe M_c) et l'avance rectiligne d'une pièce (dit mouvement d'avance M_f).

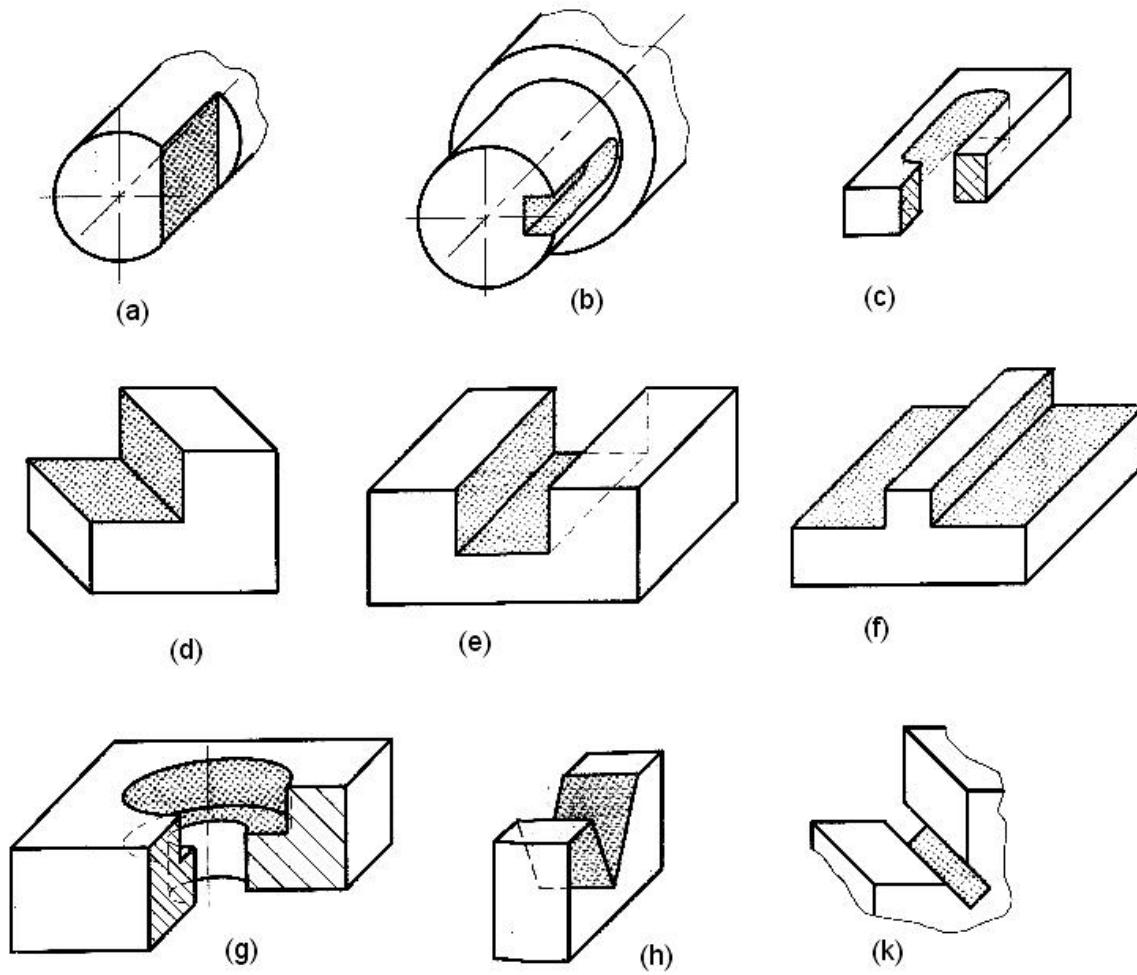
On a également un déplacement de l'outil par rapport à la pièce, lequel peut s'effectuer pratiquement dans n'importe quelle direction.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Surfaces obtenues par fraisage :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Fraiseuse universelle :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Fraiseuse à CN :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

Aciers rapides :

- outils monoblocs
- à dents ou à lames amovibles



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

Carbures :

- sont obtenus par frittage de substance dure (carbures de tungstène, de titane...) et de substance liante (cobalt...) qui confère sa ténacité à la plaquette.
- outils à plaquette rapportée



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

On rencontre trois types de fraises :

- les fraises à une taille
- les fraises à deux tailles
- les fraises à trois tailles

Nombre de tailles = nombre d'arêtes tranchantes par dent

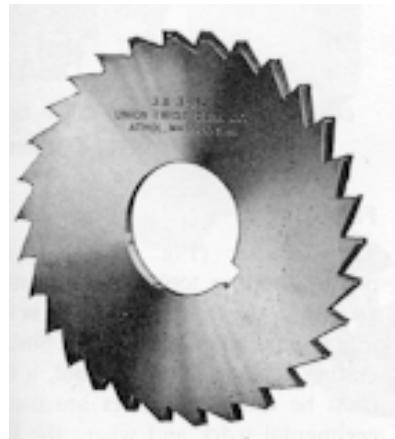
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

Les fraises à une taille :

- elles coupent uniquement sur la périphérie ;
- de faible épaisseur, elles sont utilisées pour tronçonner ;
- de forte épaisseur, elles permettent la réalisation de plans ;



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

Les fraises à deux tailles :

- elles coupent sur la périphérie et en bout.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage :

Les outils de coupe : Fraises

Les fraises à trois tailles :

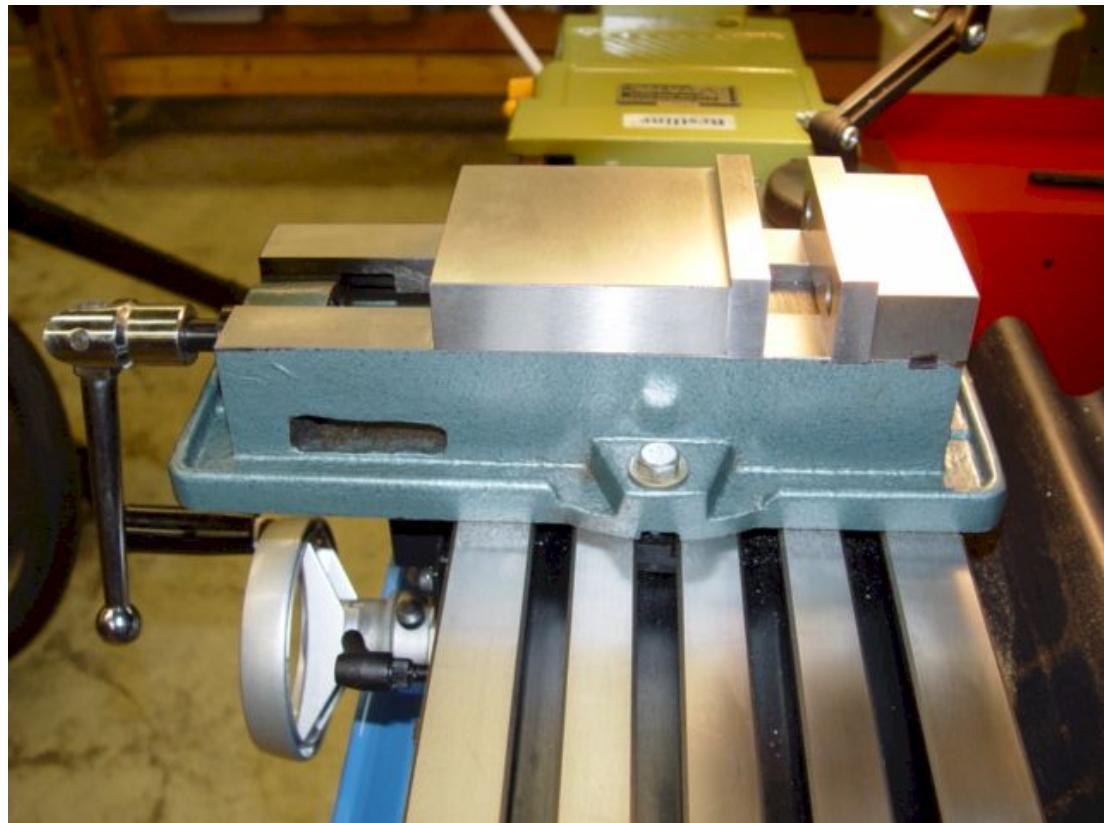
- elles coupent sur la périphérie et sur chacune des extrémités (en bout et sur la face opposée).



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

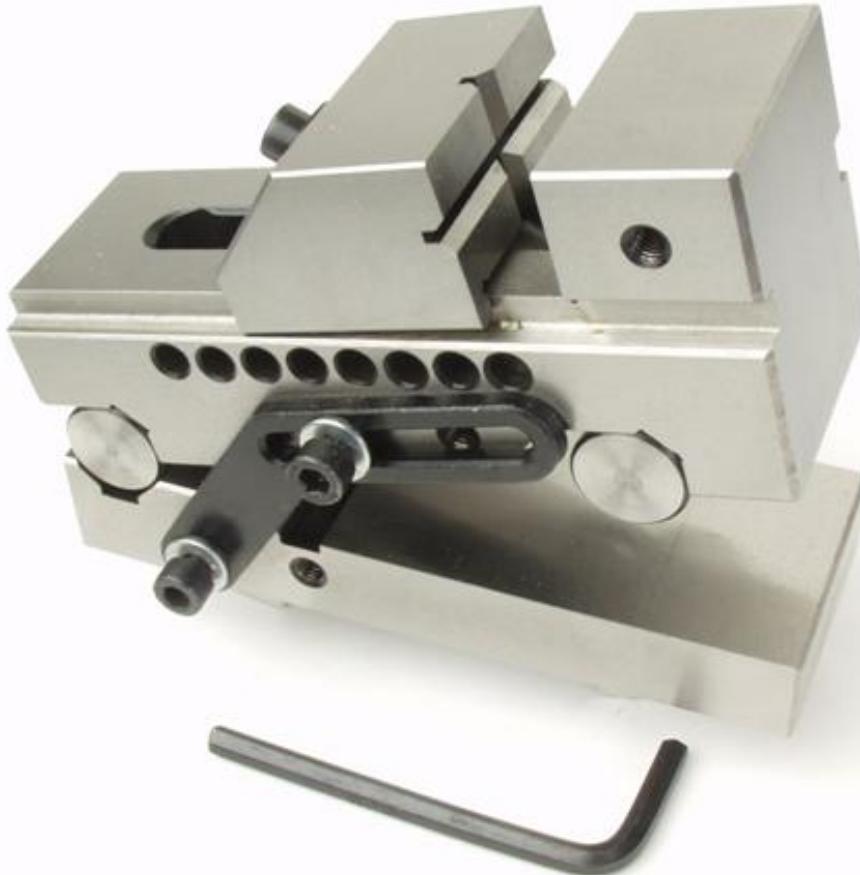
Etau :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

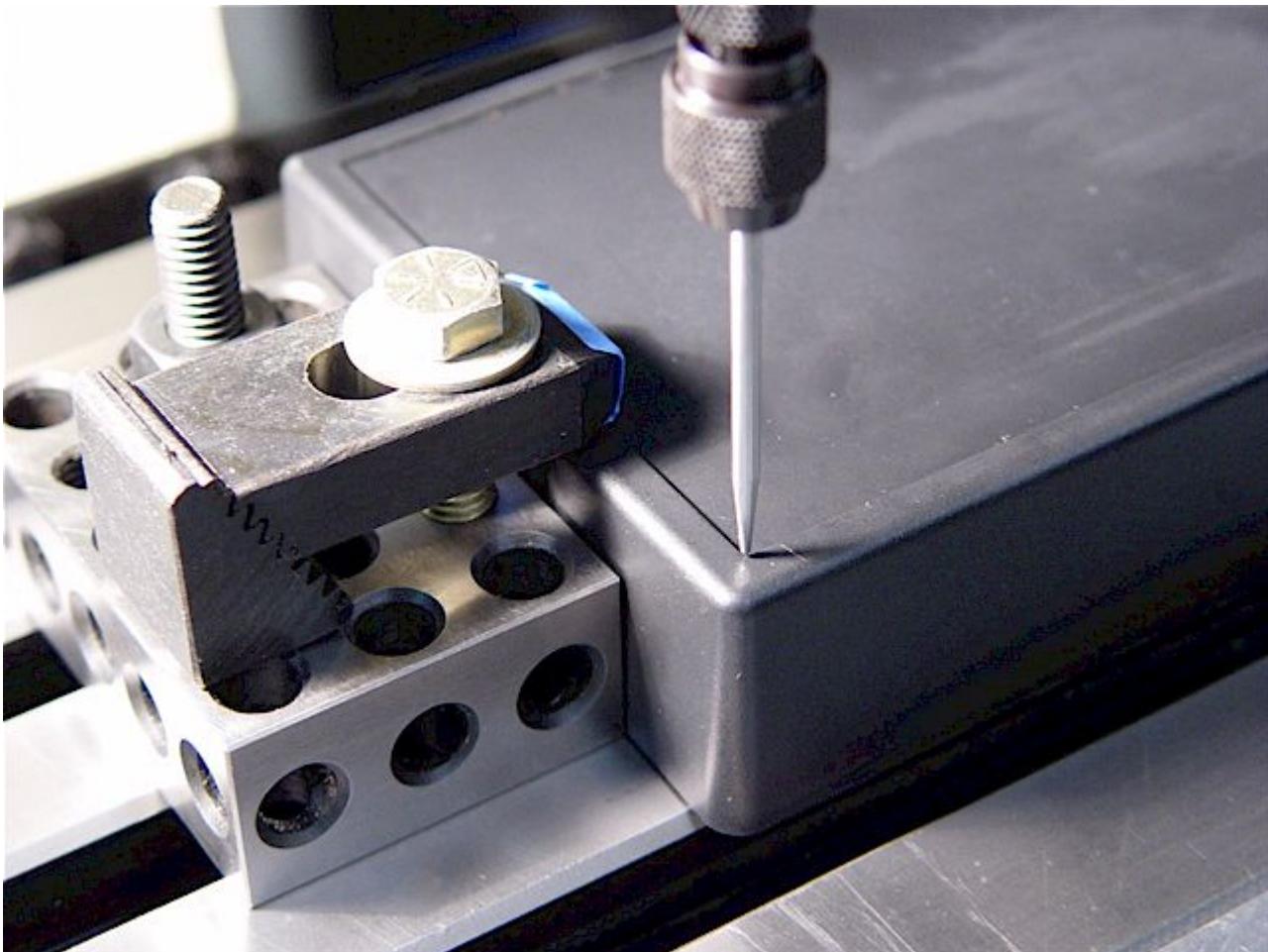
Etau :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

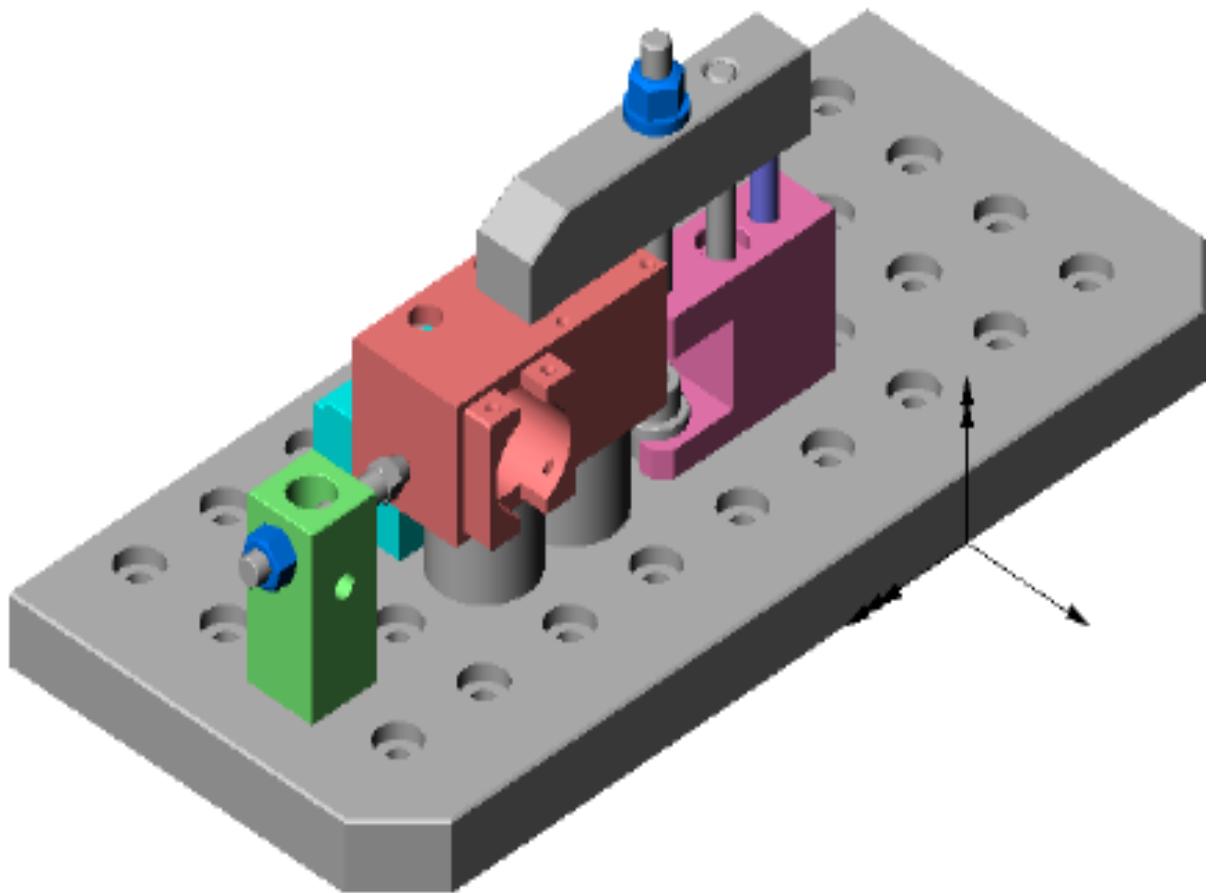
Fixation sur la table avec des Brides :

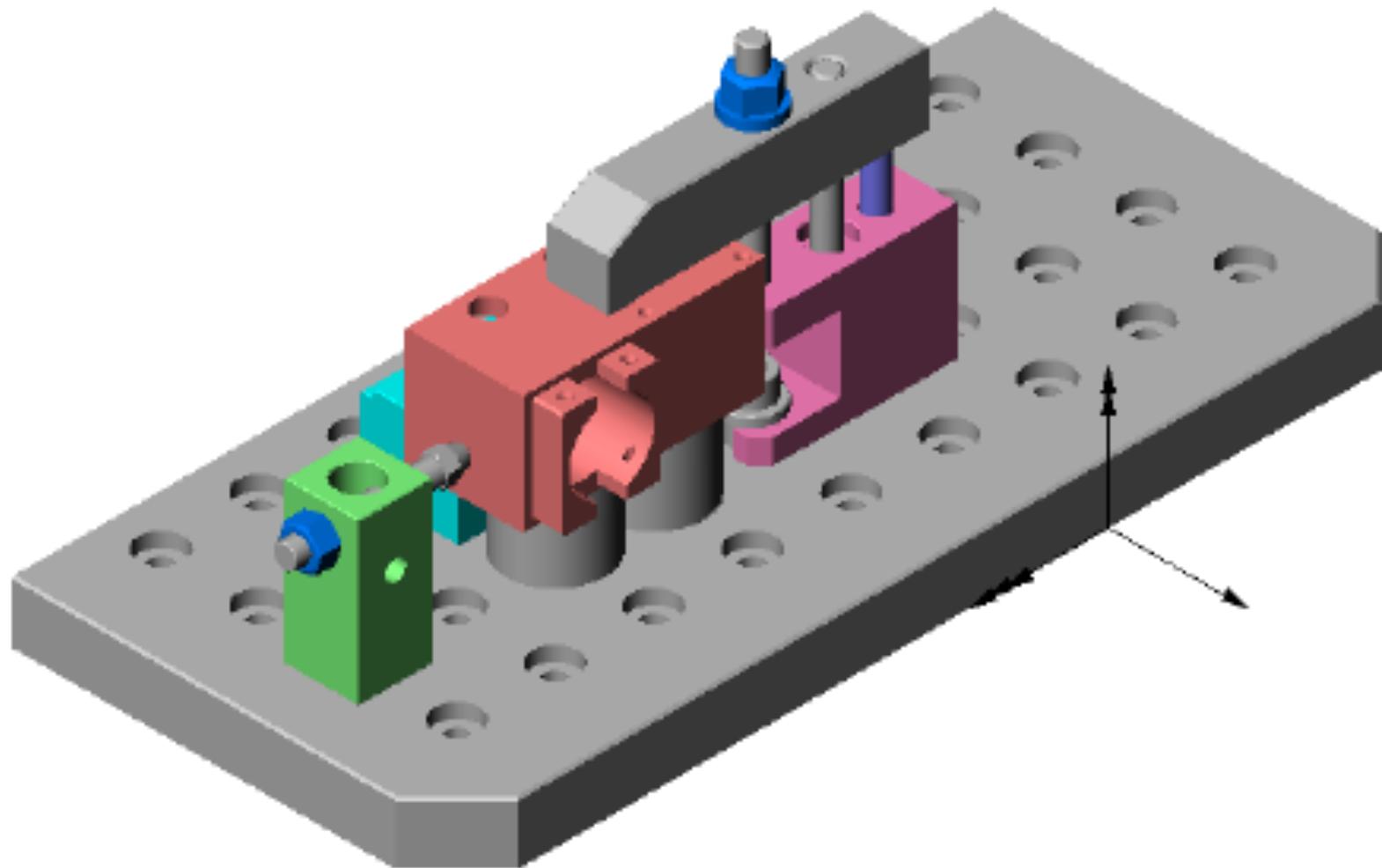


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

Fixation sur la table avec des Brides :

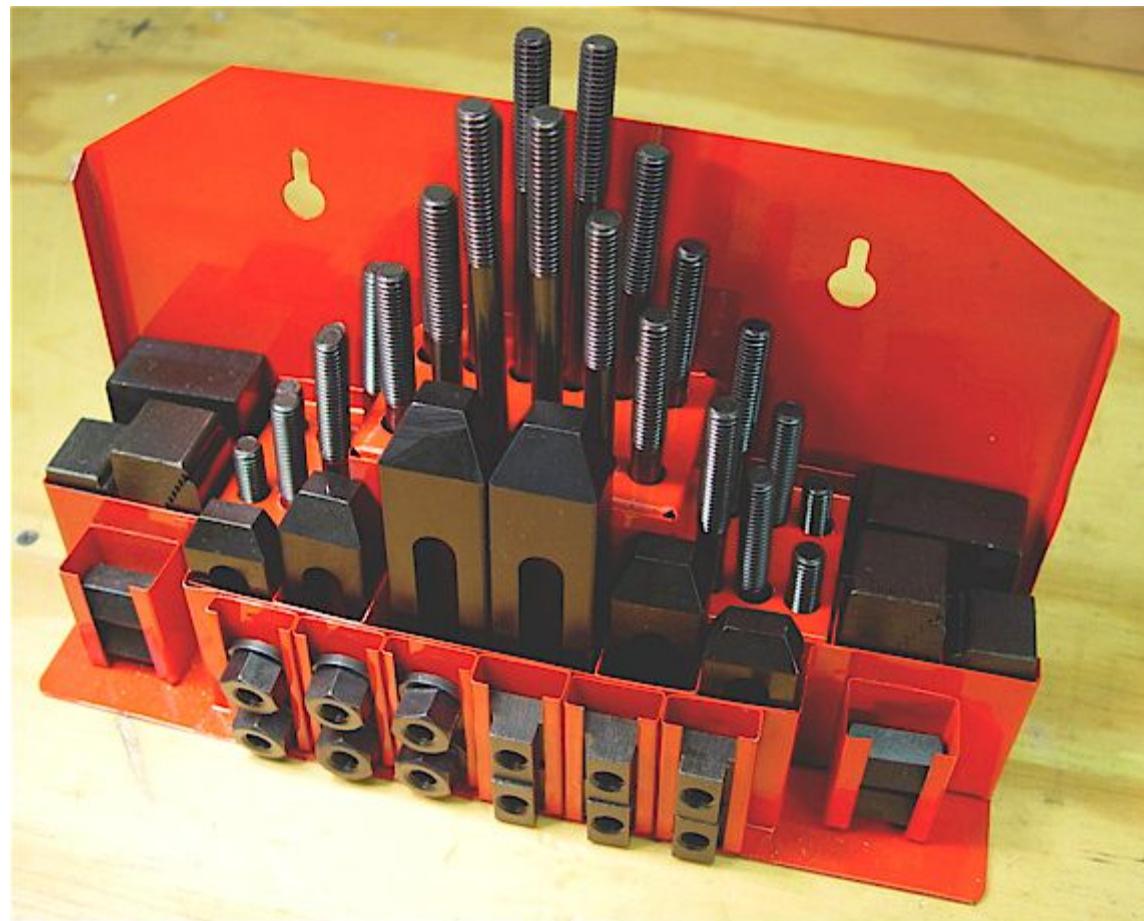




- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

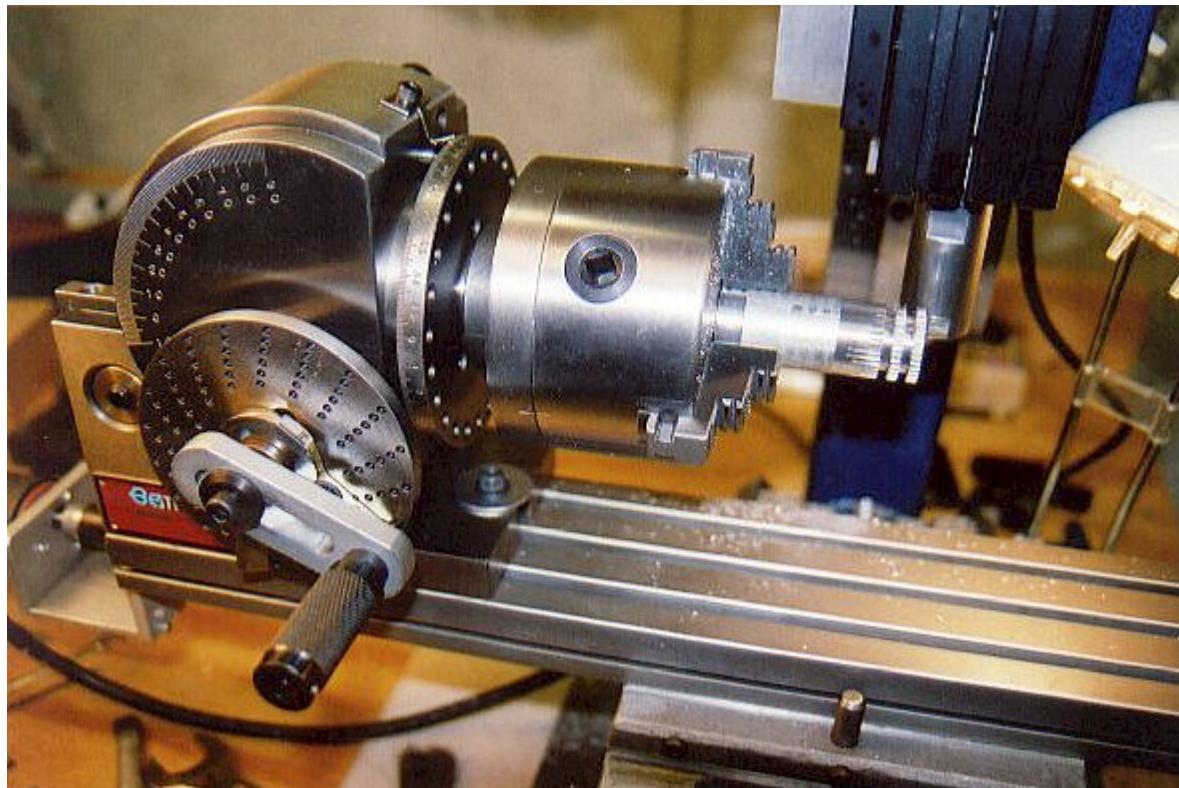
Fixation sur la table avec des brides :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

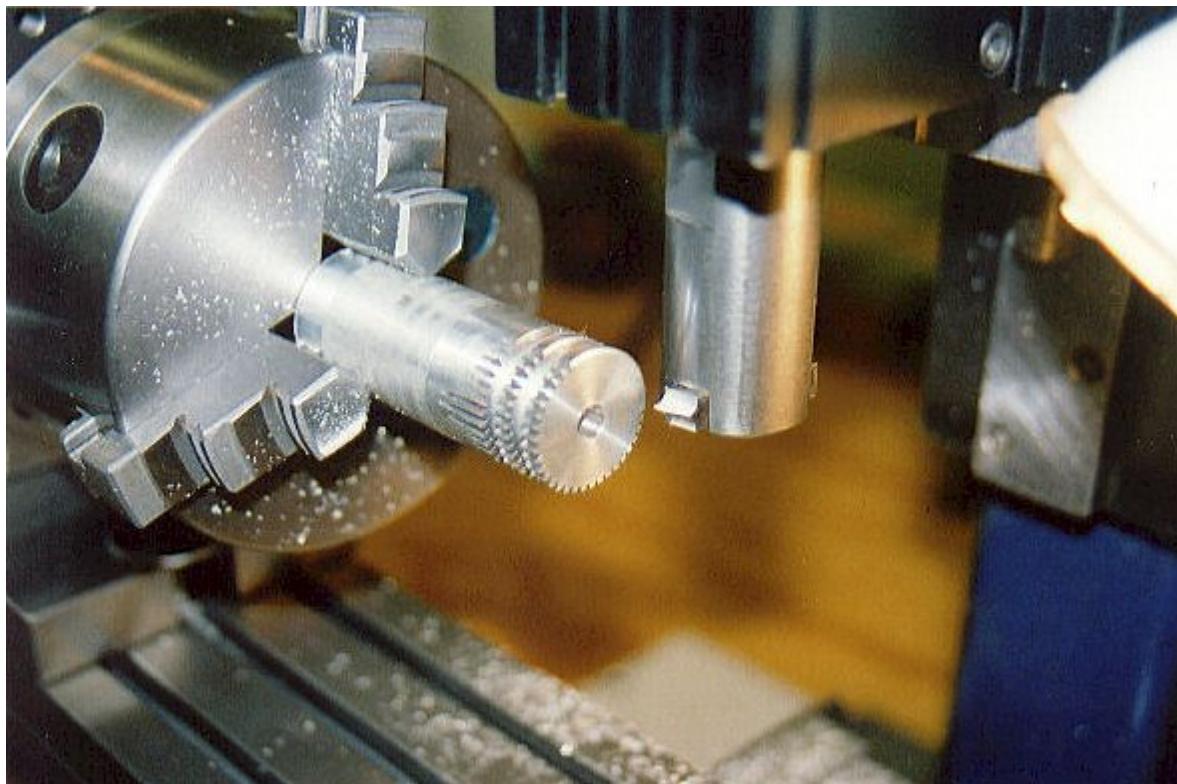
Mandrin :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

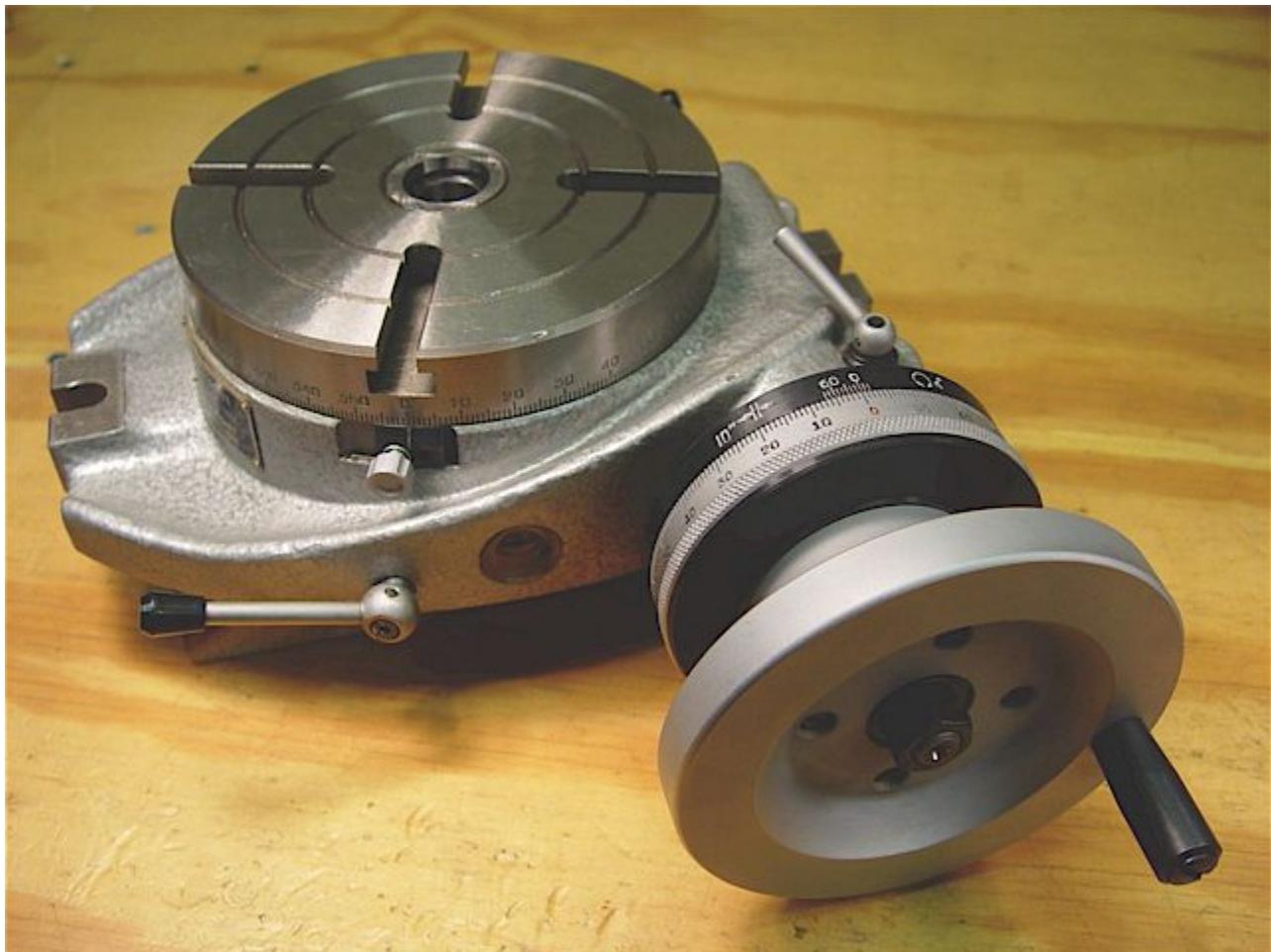
Mandrin :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

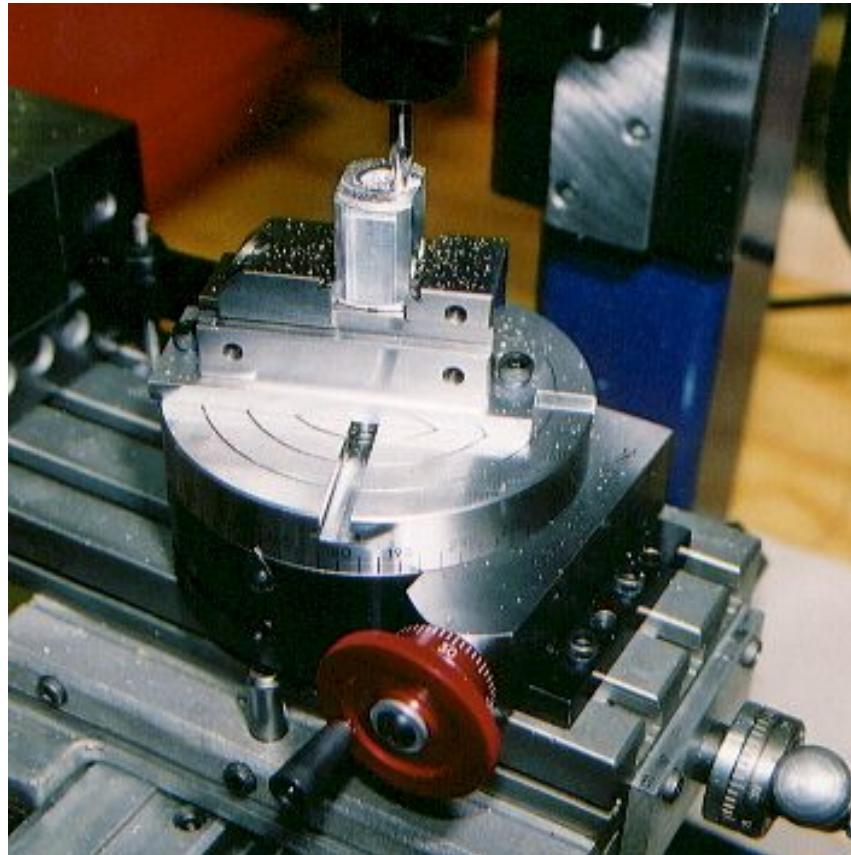
Plateau circulaire :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Fixation de la pièce :

Plateau circulaire :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

Vitesse de coupe Vc

Elle est choisi en fonction de :

- matériau de la pièce;
- matériau de l'outil ;
- lubrification ;
- puissance de la machine.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

Vitesse de rotation de la broche :

$$N_{(\text{tr/mn})} = \frac{1000 Vc_{(\text{m / mn})}}{\pi D_{(\text{mm})}}$$

Exemple :

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$Vc = 25 \text{ m/mn}$$

$$\Rightarrow N = 250 \text{ tr/mn}$$

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

Réglage de la vitesse de rotation de la broche :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

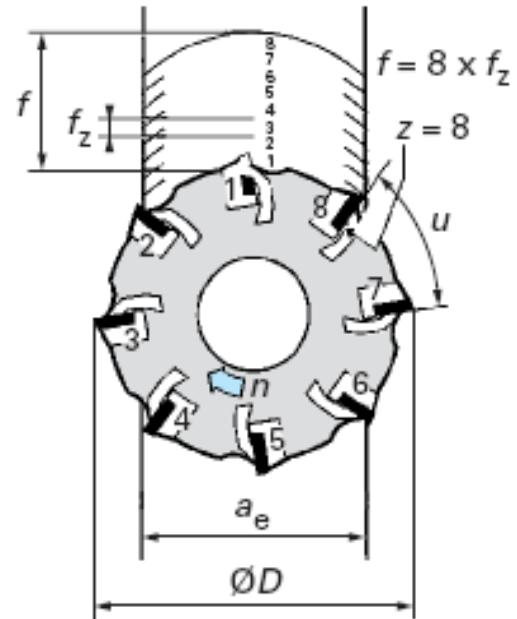
Vitesse d'avance de la pièce (mm/mn) :

$$V_f = f_z \times Z \times n \quad (\text{mm/mn})$$

f_z : l'avance par dent

Z : nombre de dents

n : vitesse de rotation de la broche



z nombre d'arêtes de l'outil
 f avance par tour (mm/tr)
 f_z avance par dent (mm/dent)
 a_e largeur de coupe (mm)
 u pas de la fraise

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

Vitesse d'avance de la pièce (mm/mn) :

- Opération d'ébauche sur une pièce en bronze
- Fraise 2T à queue Ø32, en acier rapide, Z=5 dents
- $V_c = 40 \text{ tr/mn}$
- $F_z = 0.04 \text{ mm}$

$$n = 400 \text{ tr/mn}$$

$$V_f = 0.04 \times 5 \times 400 = 80 \text{ mm/mn}$$

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

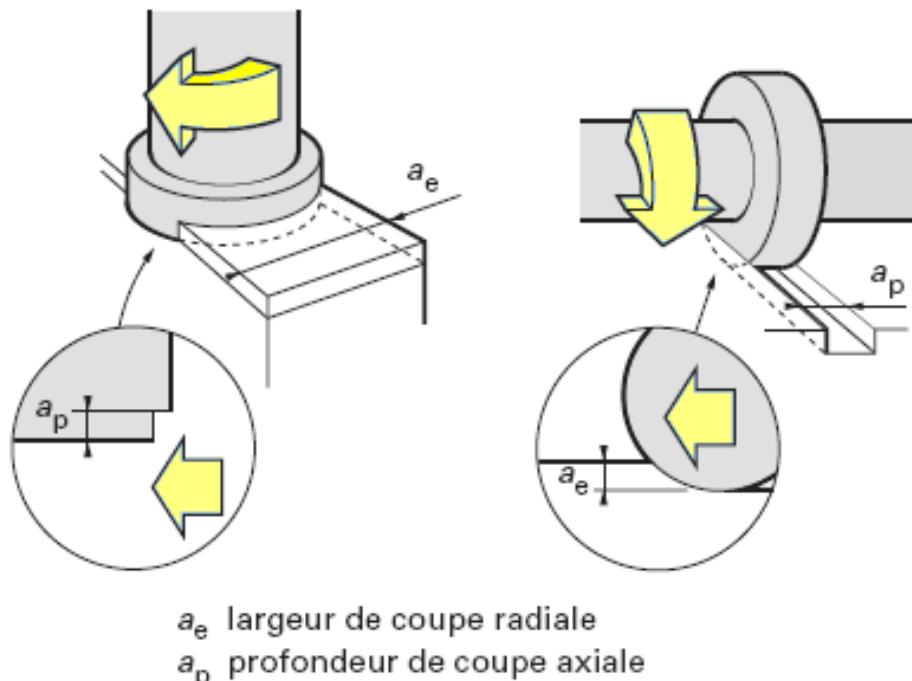
Réglage de la vitesse d'avance de la pièce :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Conditions de coupe :

Profondeur de passe :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

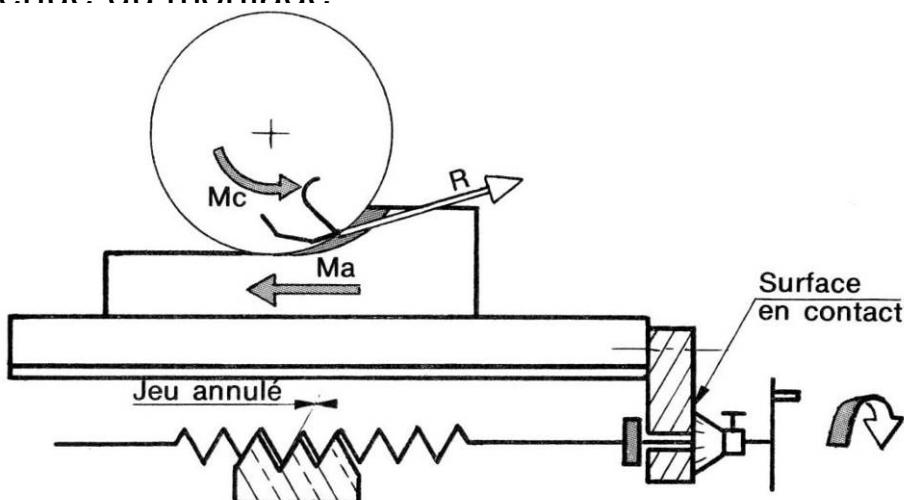
Fraisage - Les modes de travail :

Le fraisage conventionnel ou en opposition :

La direction d'avance de la pièce est à l'opposé du sens de rotation de la fraise dans la zone de coupe.

L'épaisseur des copeaux, nulle au départ, augmente jusqu'à la fin de la passe. Il s'en suit que le métal est écroui jusqu'à ce que l'épaisseur devienne égale à l'épaisseur du copeau taillé minimale.

Les forces de coupe ont également tendance à soulever la pièce au-dessus de la table de la machine, ce qui oblige donc à faire très attention à la tenue du montage.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Les modes de travail :

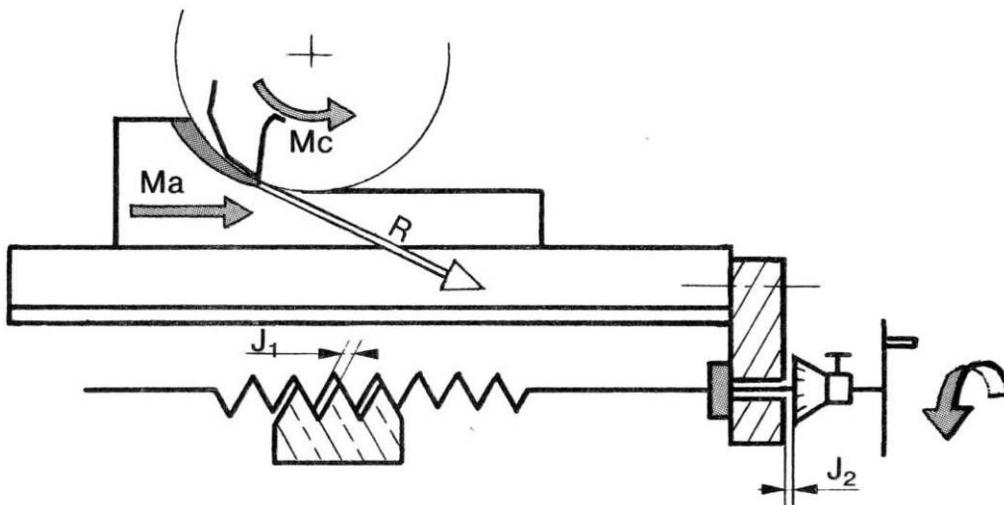
Le fraisage en avalant ou en concordance :

La direction d'avance est la même que le sens de rotation de la fraise.

La fraise démarre avec une forte épaisseur de copeau. Cette forte épaisseur de copeau est un élément favorable à l'obtention d'une bonne rugosité.

Les forces de coupe tendent à presser la pièce contre ses appuis, par contre le jeu axial de fonctionnement du système vis-écrou de commande de déplacement de la table est constamment rattrapé.

Ce procédé ne peut donc être utilisé que sur des fraiseuses munies d'un dispositif de compensation des jeux du système vis écrou afin d'éviter que la table se déplace par à coups.



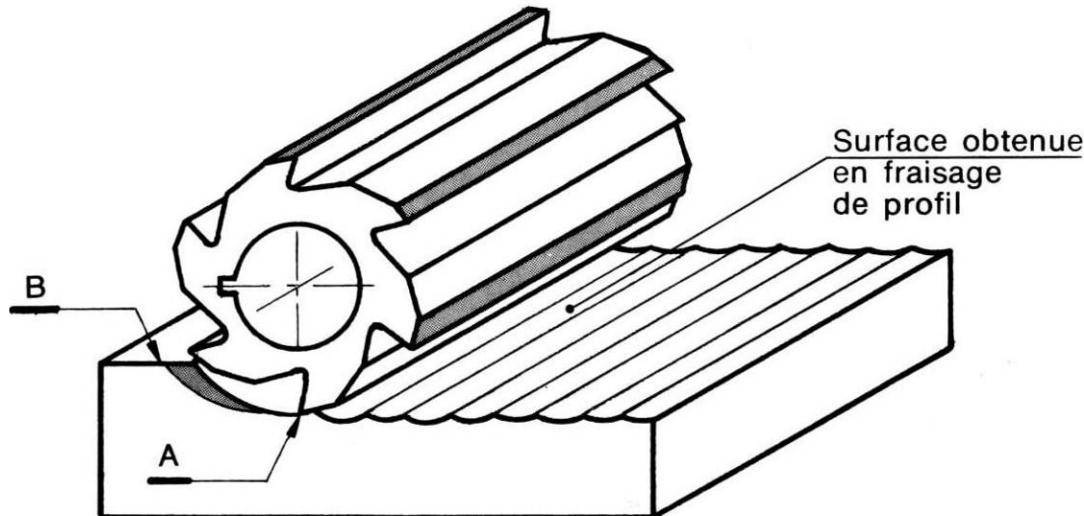
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage - Génération des surfaces planes :

Fraisage en roulant :

Dans le fraisage en roulant, l'axe de la fraise est parallèle à la surface à usiner.

L'état de surface de la pièce est meilleur en fraisage en avalant qu'en fraisage en opposition



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

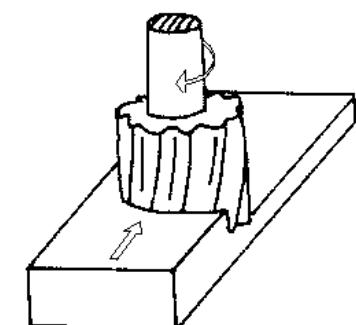
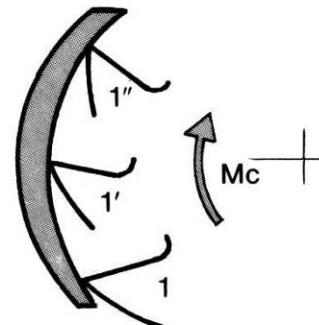
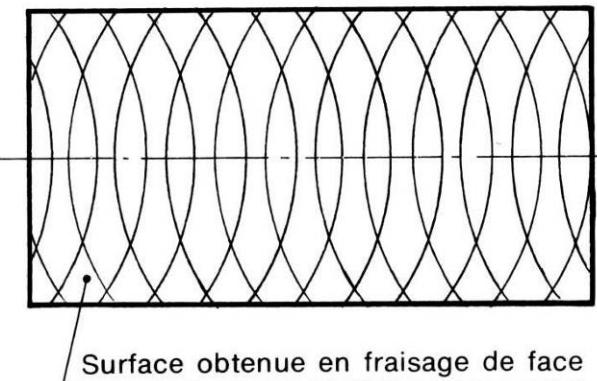
Fraisage - Génération des surfaces planes :

Fraisage en bout (de face) :

L'axe de la fraise est perpendiculaire à la surface fraisée.

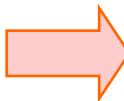
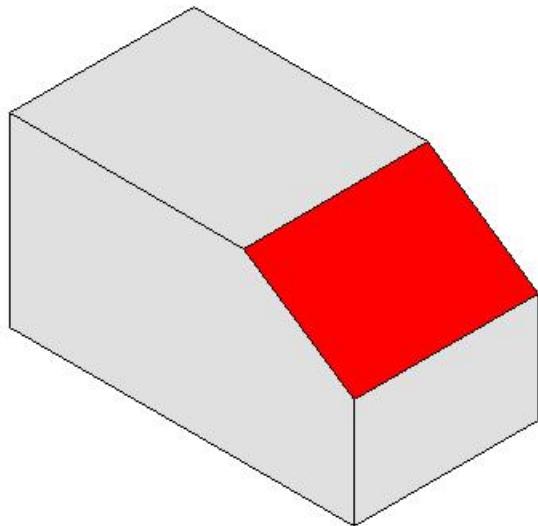
On utilise souvent pour obtenir des surfaces planes.

L'aspect de la surface usinée est caractérisé par une série de lignes sécantes (cycloïdes) correspondant aux traces laissées par les dents de la fraise sur la pièce.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :



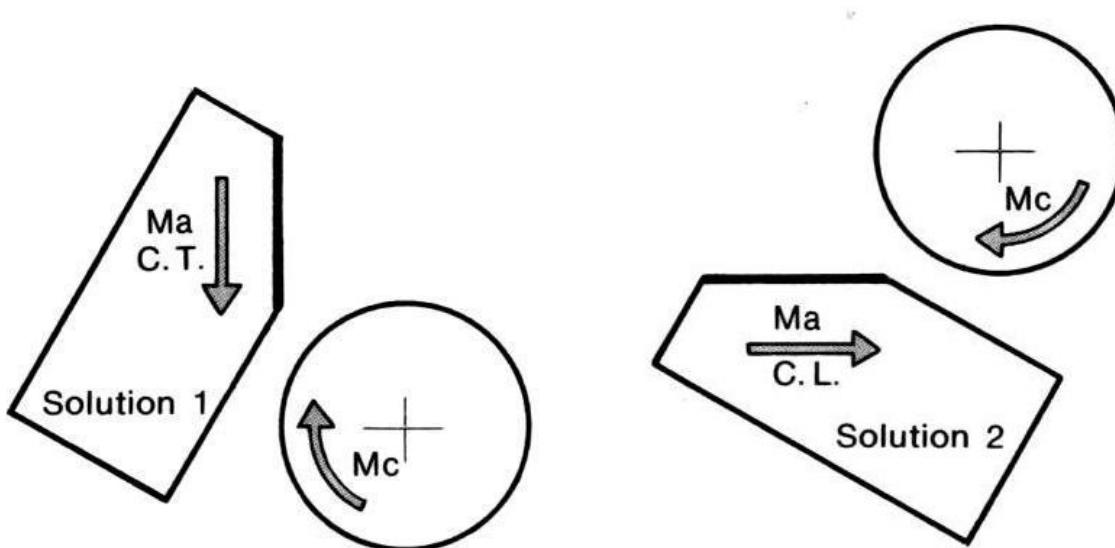
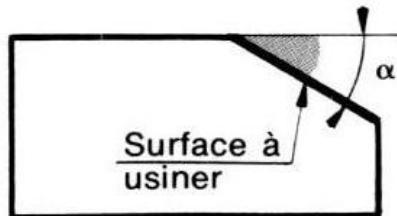
- Orientation de la pièce
- Inclinaison de la pièce
- Inclinaison de la broche

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Orientation de la pièce

Amener la surface à usiner parallèle aux déplacements des chariots en utilisant le travail d'enveloppe.



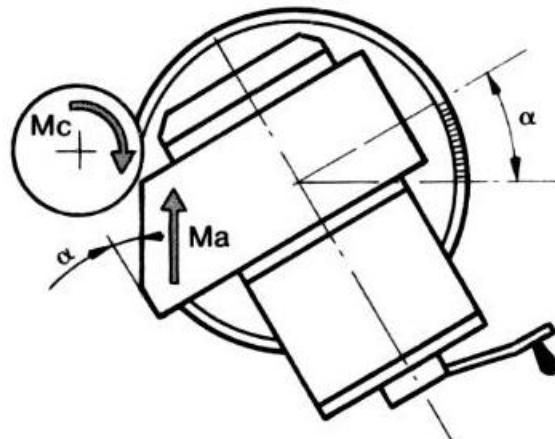
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

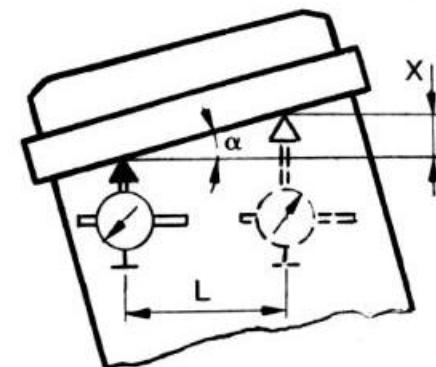
Orientation de la pièce

Orientation de l'étau

Pour pièce de petite dimension.



Orientation de l'étau
de la semelle



Réglage de l'étau
 $X = L \times \tan \alpha$

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

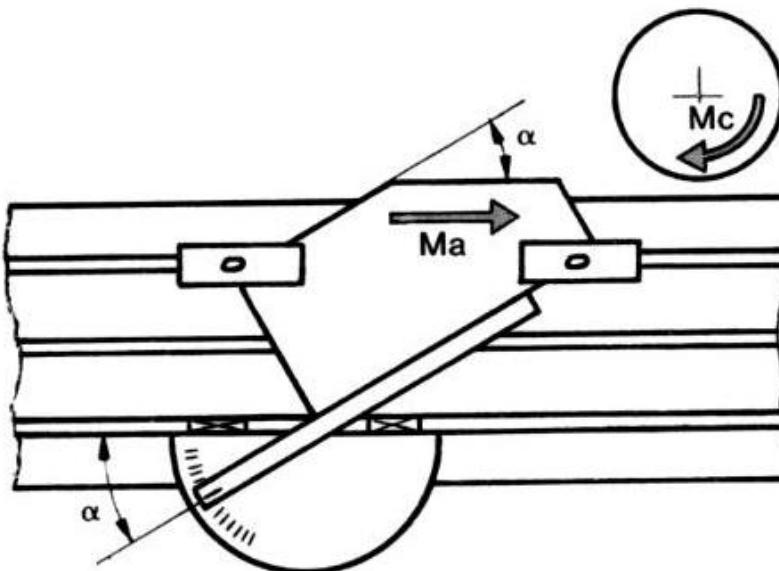
Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Orientation de la pièce

Bridage sur table

Pour pièce de grande dimension.

La pièce est orientée à l'aide d'un rapporteur d'angle.

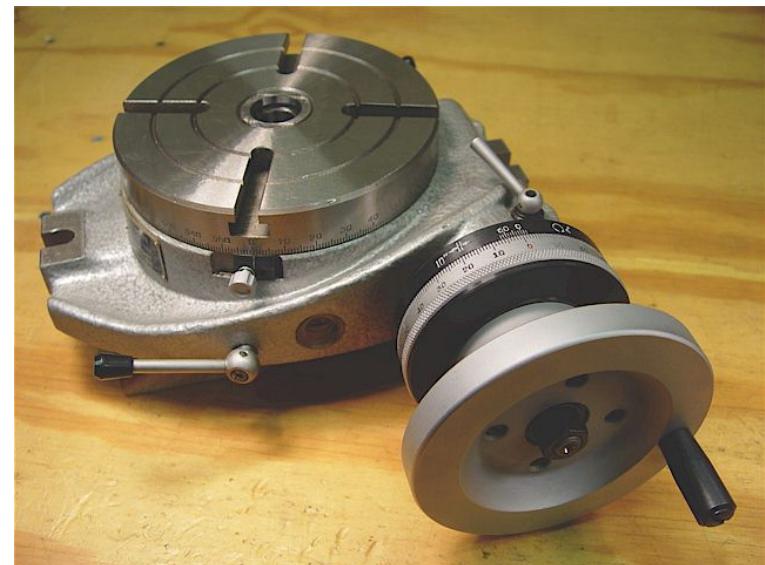
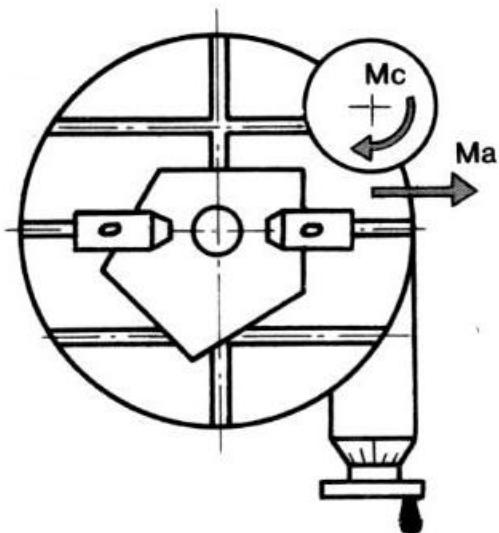


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Orientation de la pièce

Plateau circulaire



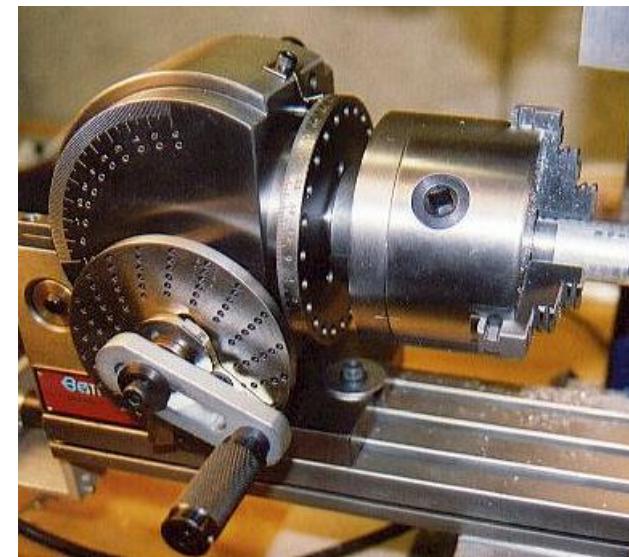
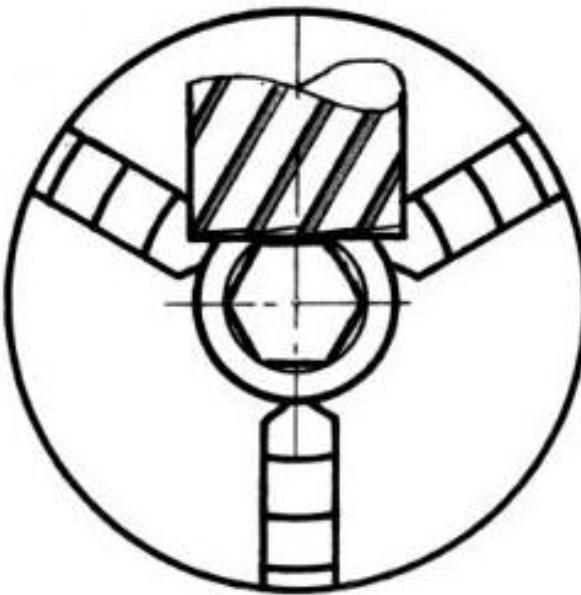
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Orientation de la pièce

Diviseur

Pour pièce de révolution.

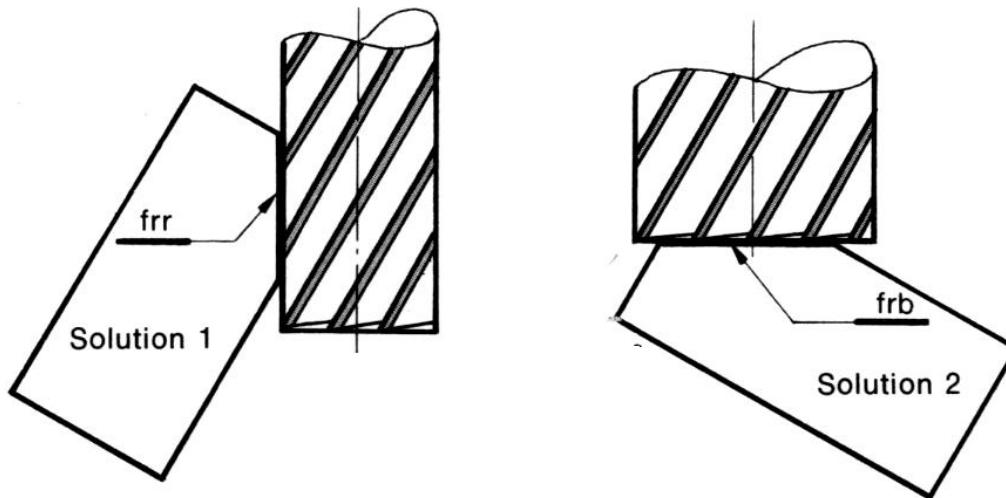
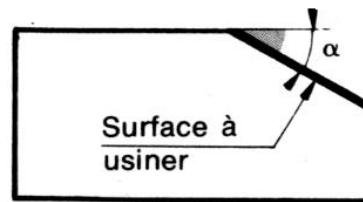


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Inclinaison de la pièce

Amener la surface à usiner parallèle au plan de travail de la fraise (frr ou frb pour une fraise 2T)

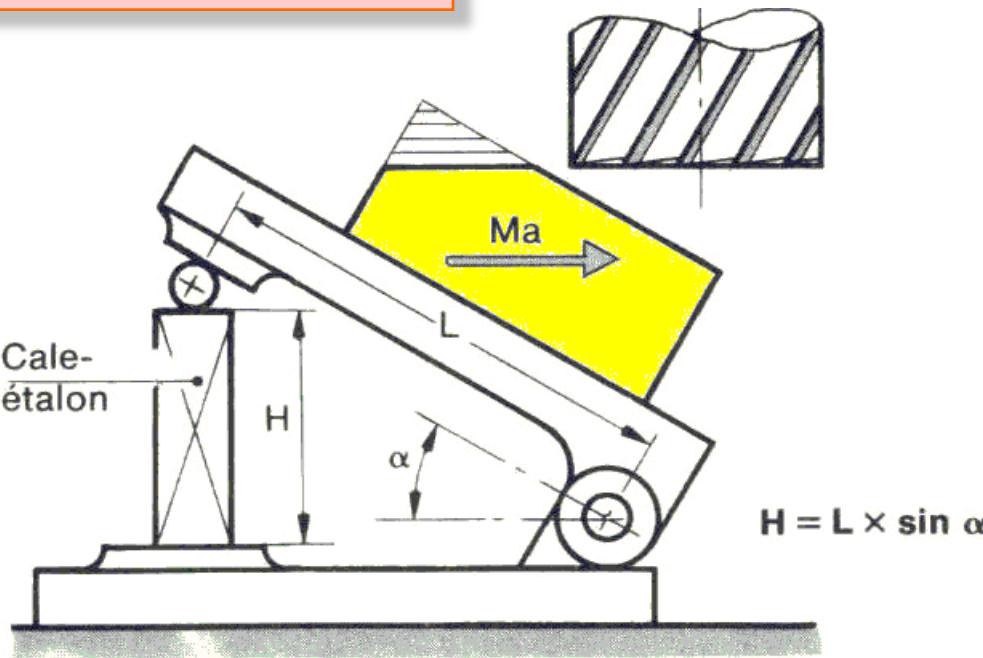


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Inclinaison de la pièce

Barre sinus



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Inclinaison de la pièce

Etau

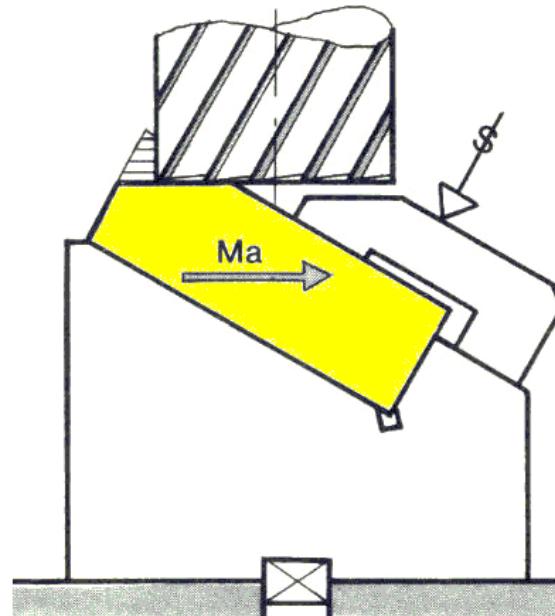
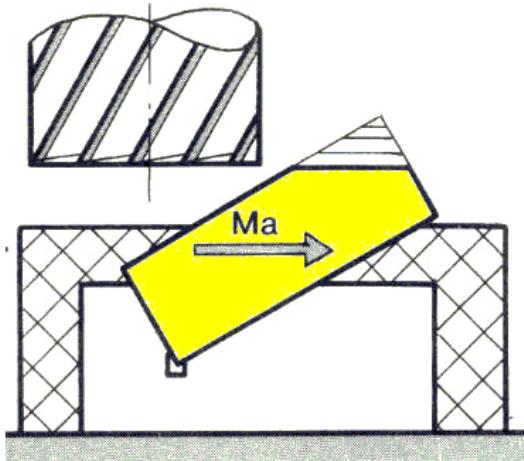


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Inclinaison de la pièce

Montage d'usinage

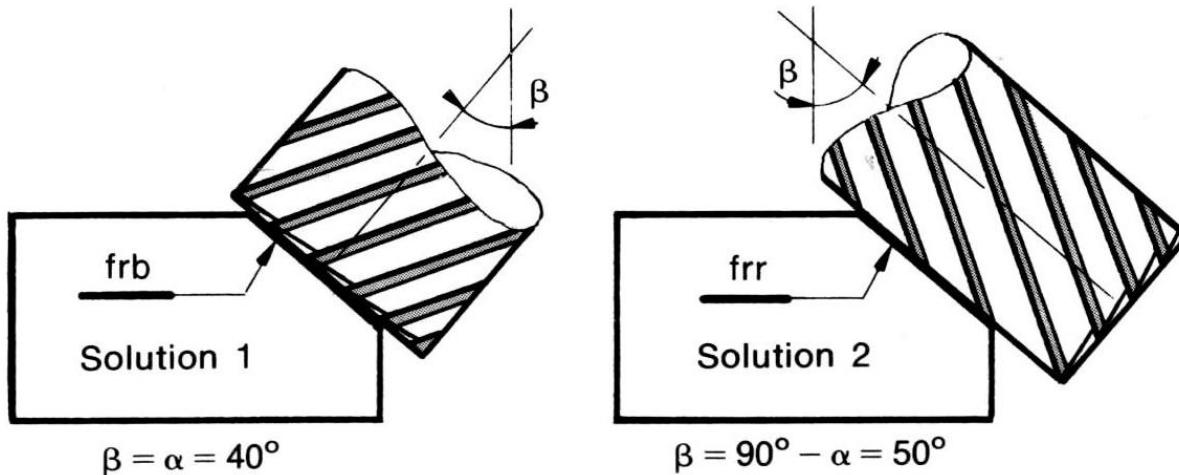
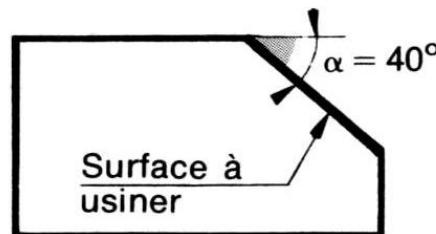


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

Inclinaison de la broche

Amener le plan de travail de la fraise parallèle à la surface à usiner.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Fraisage de faces obliques :

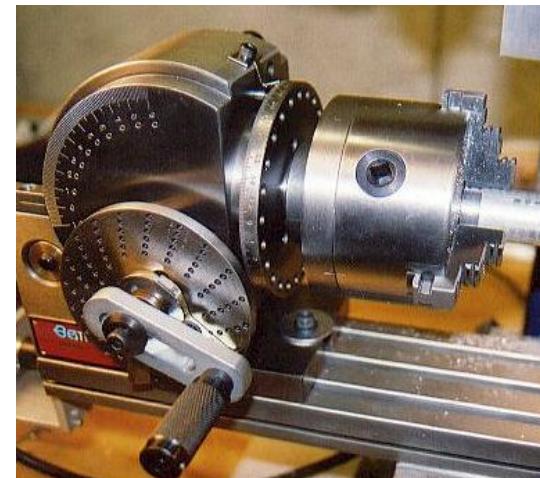
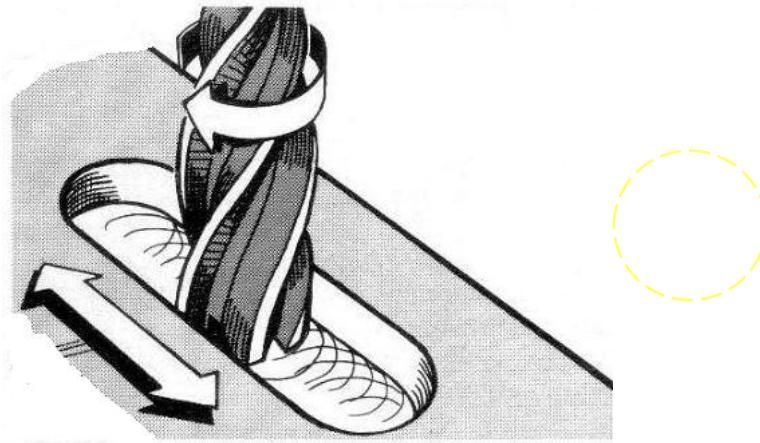
Inclinaison de la broche



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Rainures de clavettes:

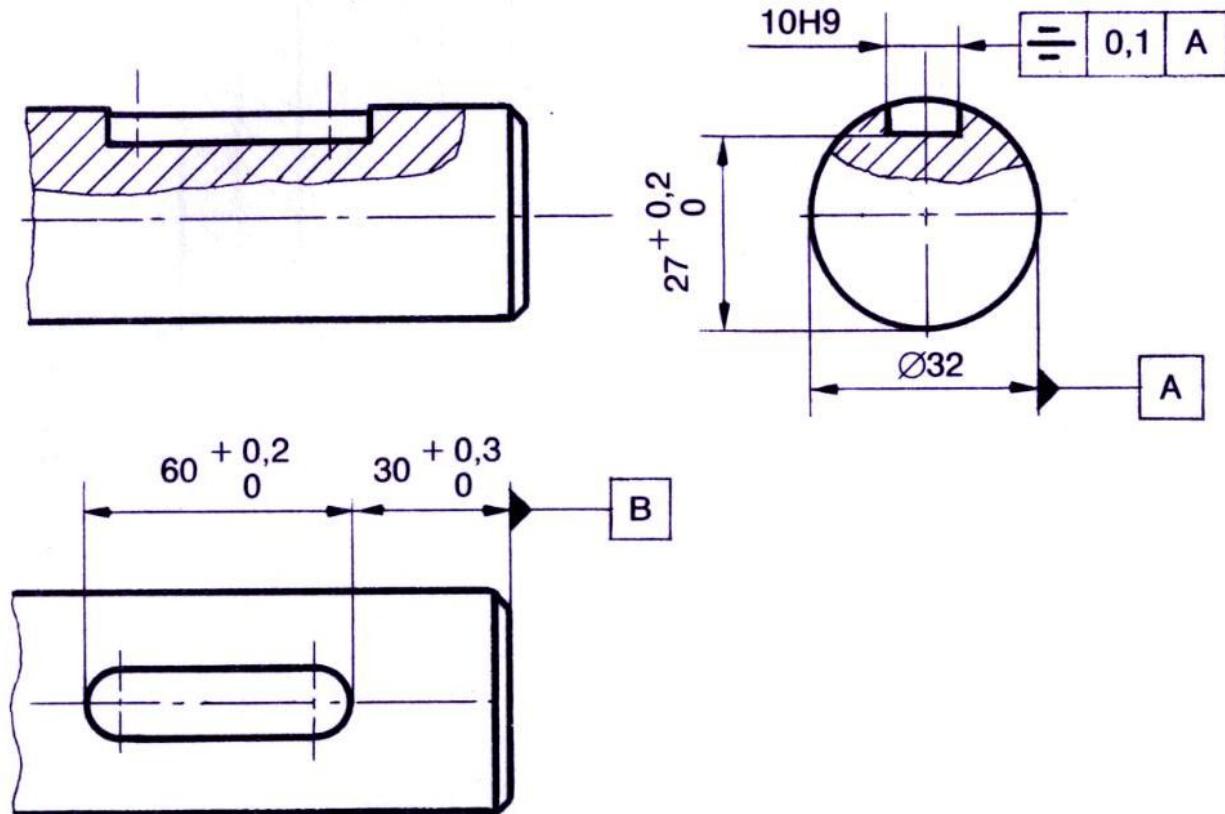
Parallèle à bouts ronds



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Rainures de clavettes:

Parallèle à bouts ronds - exemple



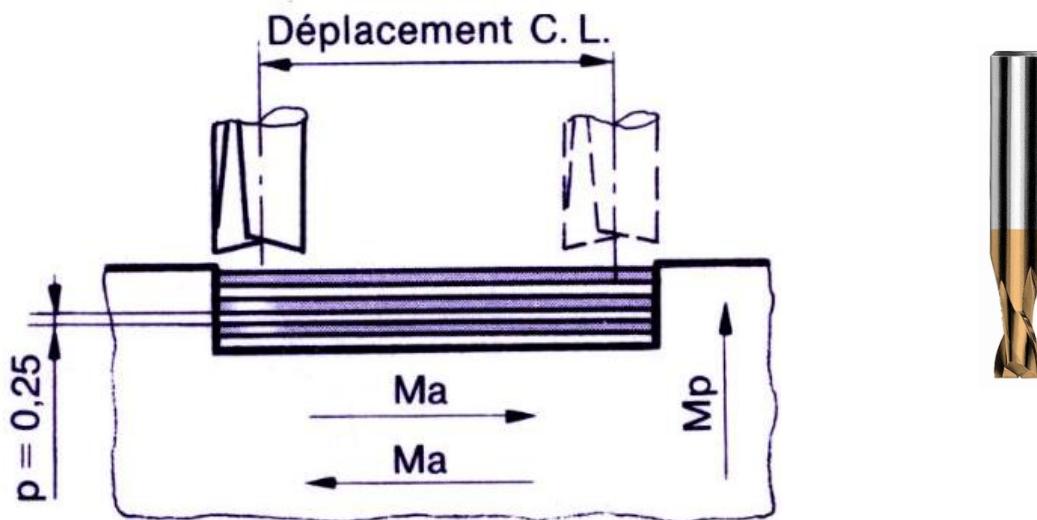
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Rainures de clavettes:

Parallèle à bouts ronds - exemple

Mode opératoire :

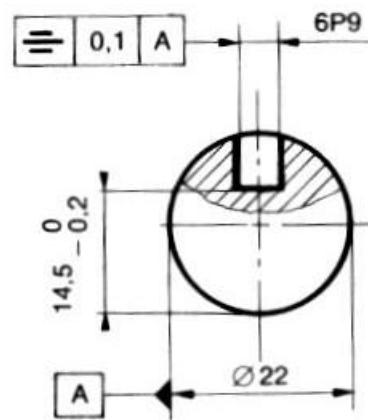
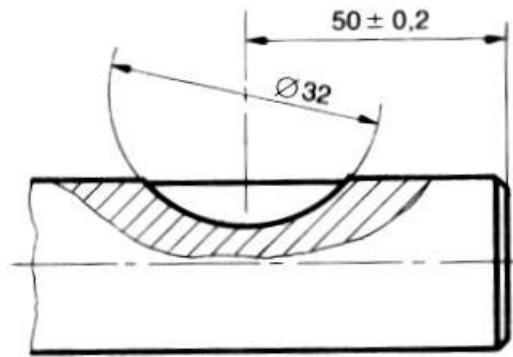
- Fraise à rainurer à deux dents Ø10.
- Profondeur de passe : 1/40 le diamètre de la fraise (0.25 mm).
- Avance manuelle ou automatique ($f=250\text{mm/min}$)



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Rainures de clavettes:

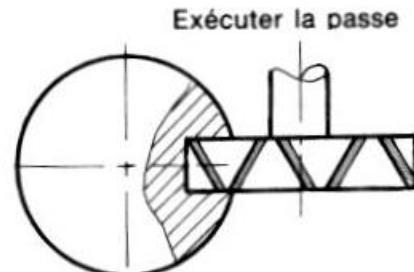
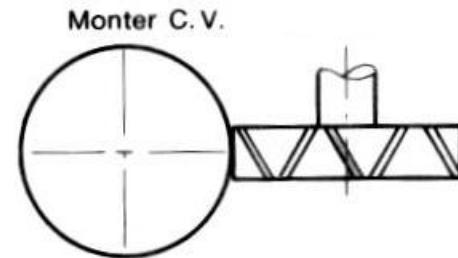
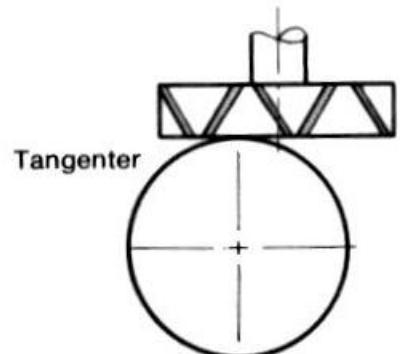
Logement de clavette-disque



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Rainures de clavettes:

Logement de clavette-disque

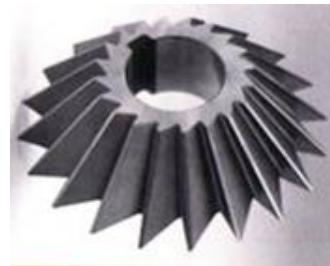
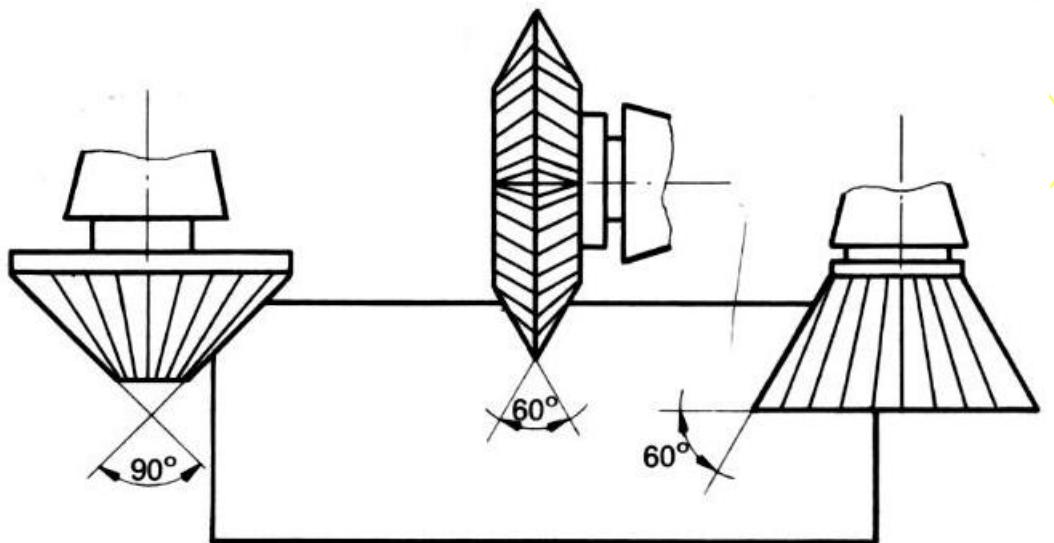


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Utilisation de fraises coniques:

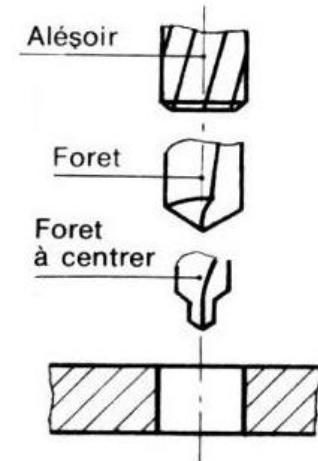
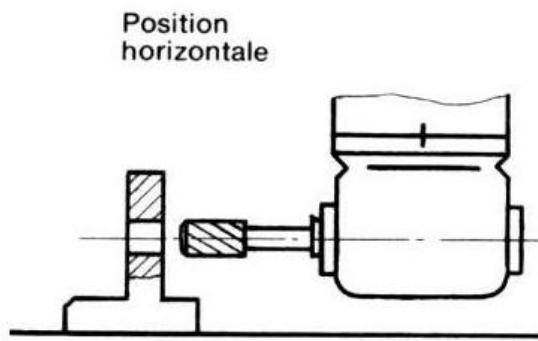
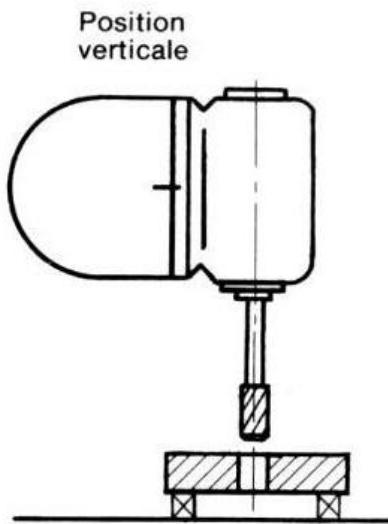
Principe:

Reproduire la forme de la génératrice de la fraise sur la surface à usiner en utilisant le fraisage de profil.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Perçage :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Alésage :

L'alésage est une opération de finition qui permet d'obtenir :

- une précision dimensionnelle,
- Une bonne qualité géométrique,
- Un bon état de surface ($R_a = 0.8 - 1.6$)

Outils:

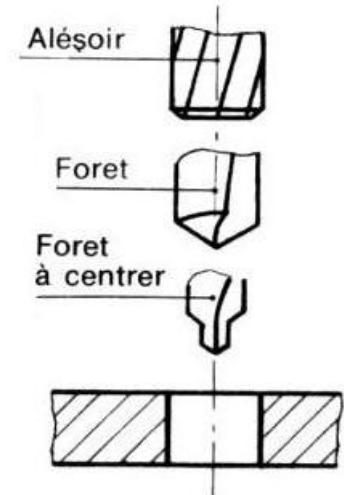
- Alésoirs-machines
- Outils à tranchant unique : grain d'alésage, têtes à aléser

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Alésage :

Alésage avec alésoirs-machines :

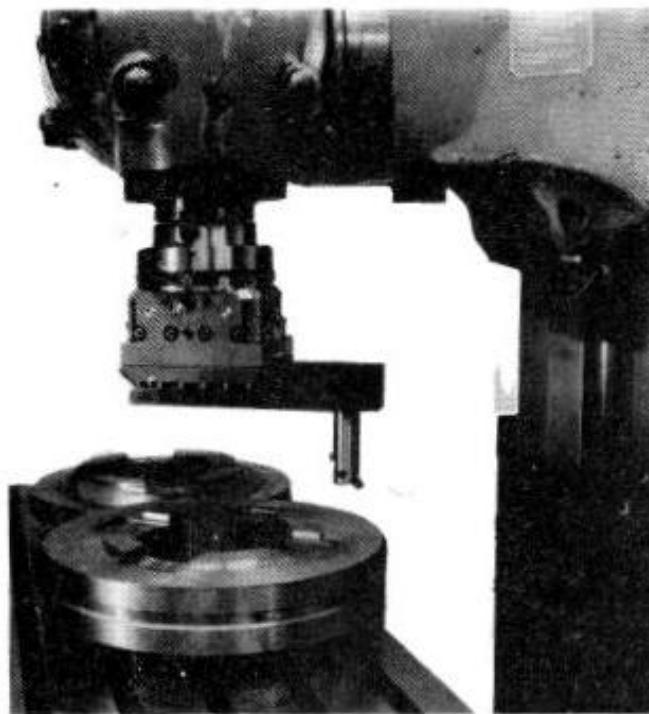
- $V_c = 1/3 V_c$ perçage
- Avance par tour : $0.15 \times Z$ (dents)
- \emptyset de perçage ébauche = $D-2$
- Finition = $D-0.25$
- Lubrification pour diminuer l'usure de l'outil



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Alésage :

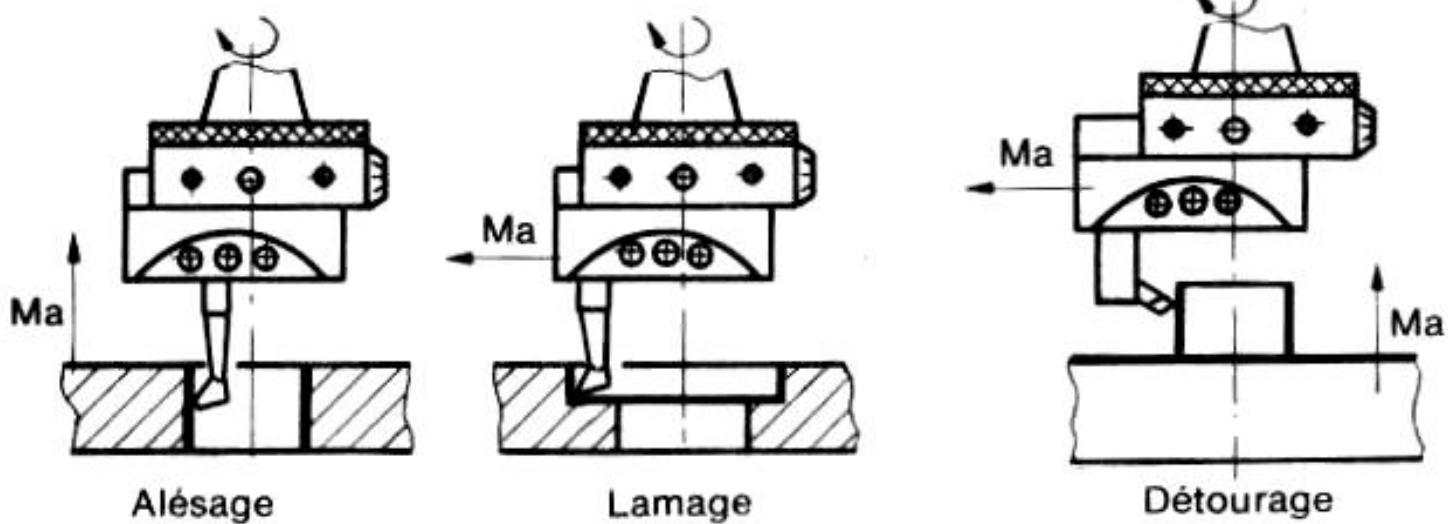
Alésage avec tête à aléser :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Alésage :

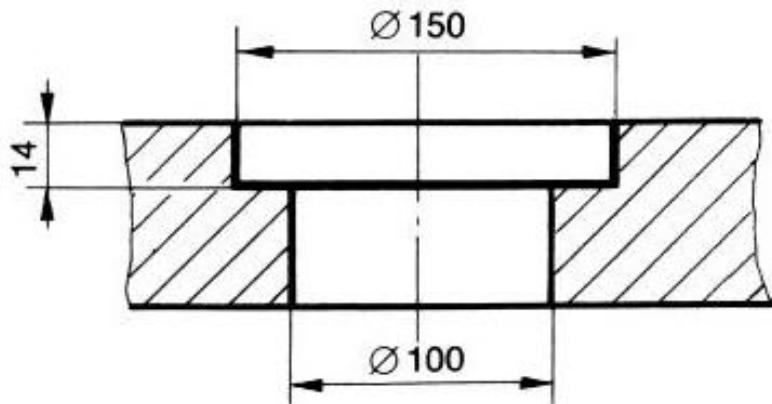
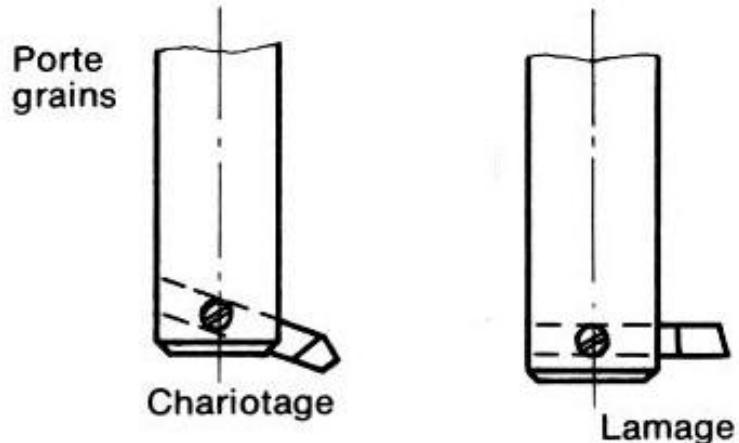
Alésage avec tête à aléser :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Fraisage – Alésage :

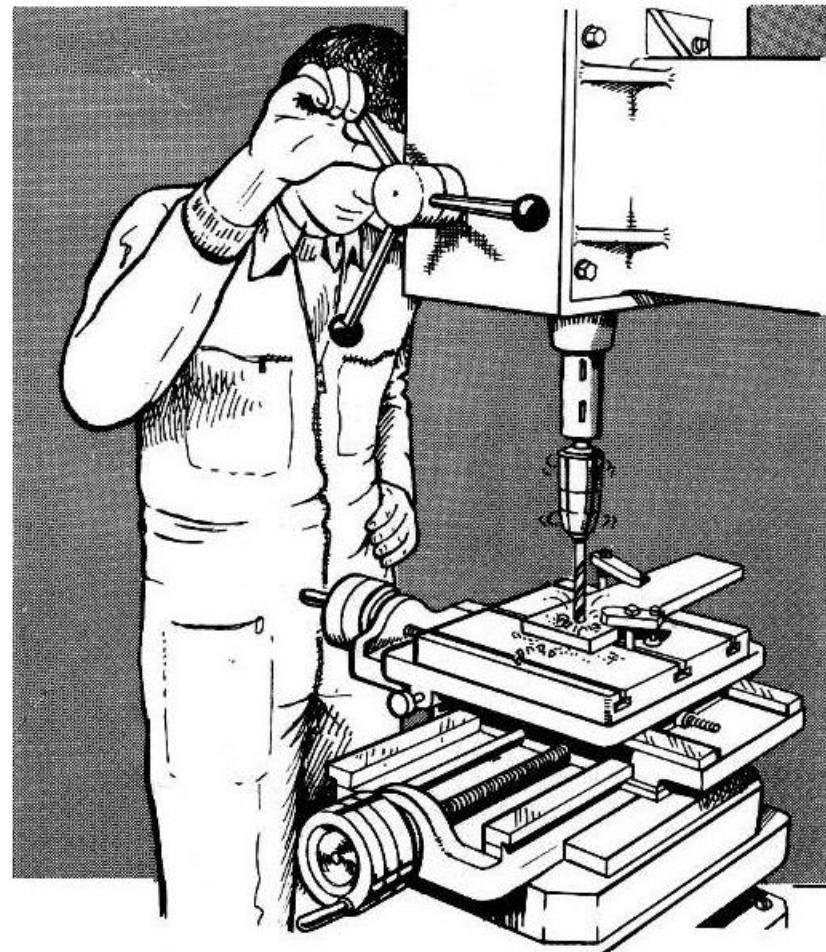
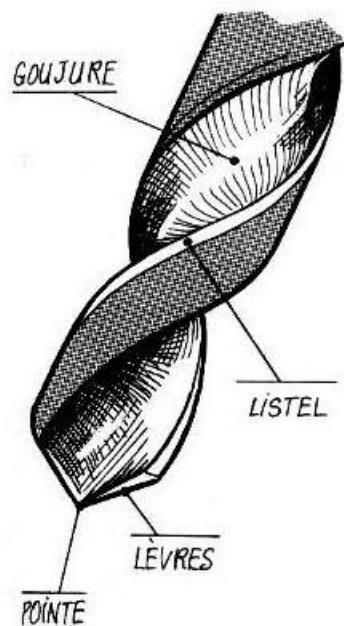
Alésage avec grain d'alésage :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Le FORET, outil de perçage, possède deux arêtes coupantes (les lèvres)



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Les perceuses d'outillage :

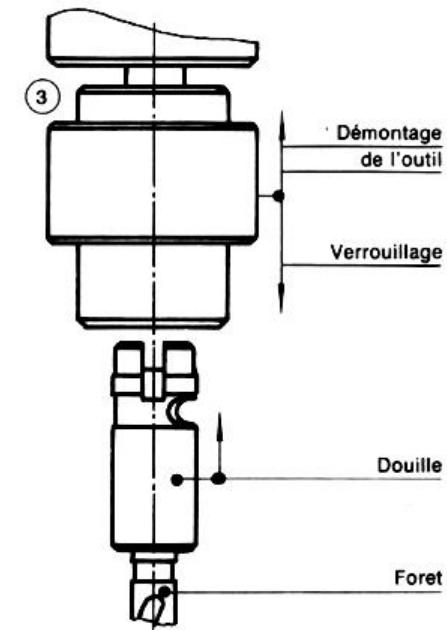
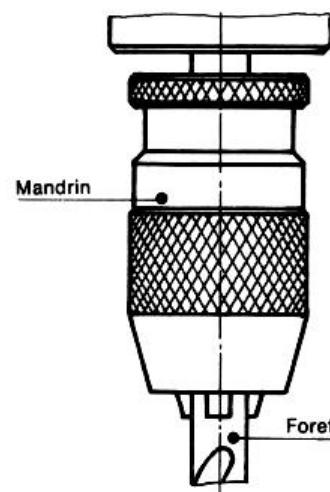
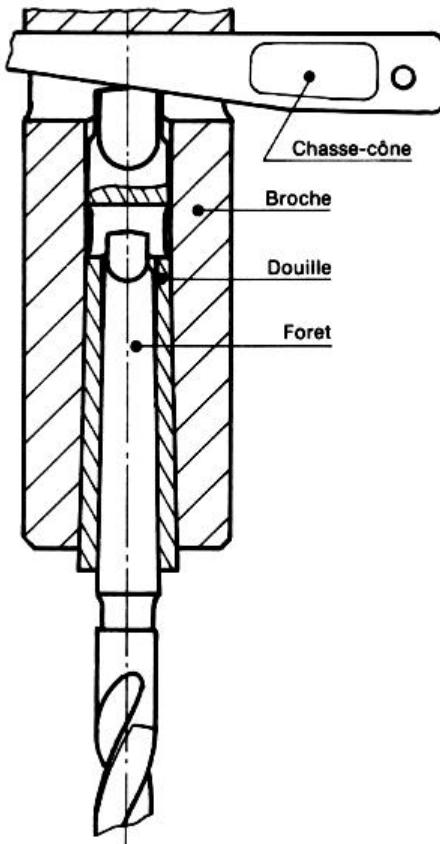
Type de perceuses	Sensitive	A colonne	Radiale
Ø max de perçage dans l'acier	20	40	60
Pièce	Petite	Moyenne	Encombrante
Table à mouvements croisés	x	x	



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

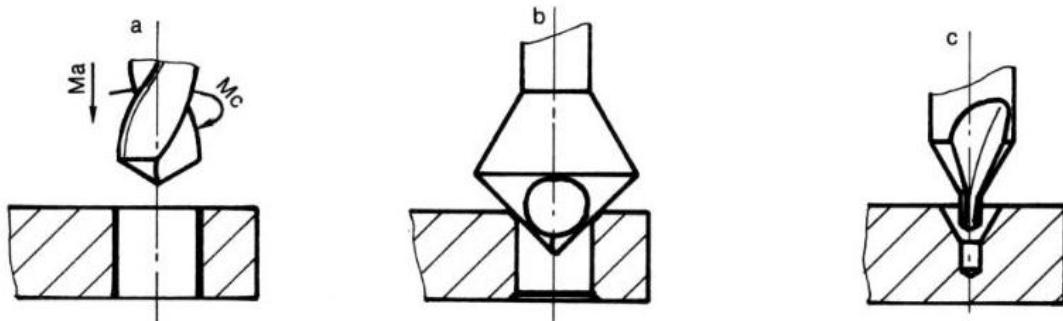
Montage d'un foret :



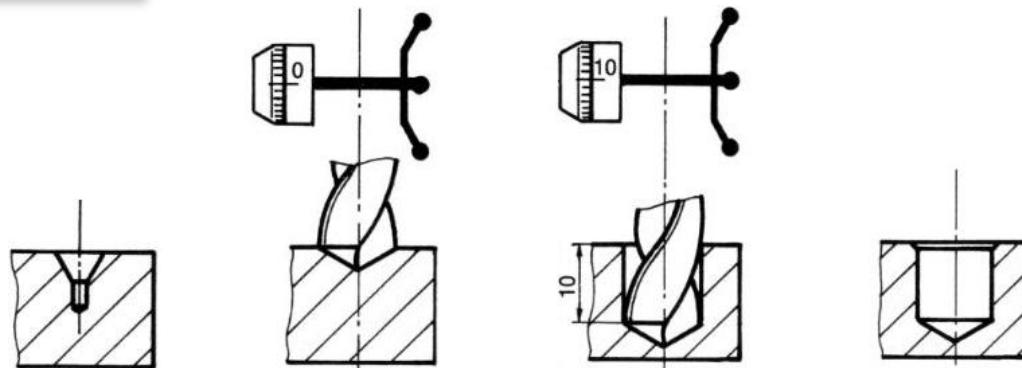
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Trou débouchant :



Trou borne :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

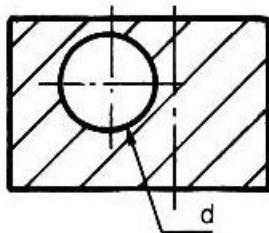
Perçage :

Trous sécents à axes perpendiculaires :

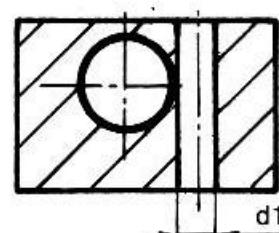
Opération 1 : Percer le premier trou au diamètre d

Opération 2 : Percer le second trou au diamètre d_1 tel qu'il n'y ait pas d'interférence des deux trous.

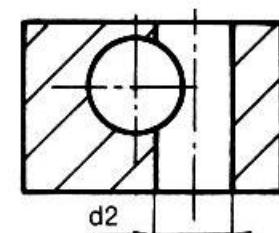
Opération 3 : Percer le second trou au diamètre d_2 .



Opération 1



Opération 2

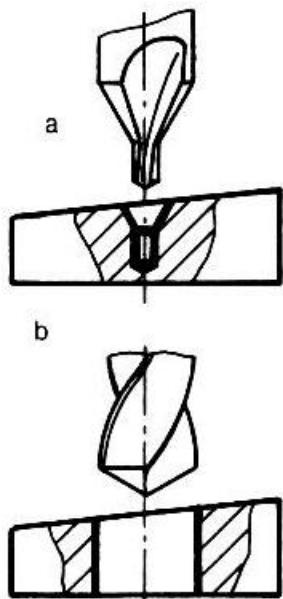


Opération 3

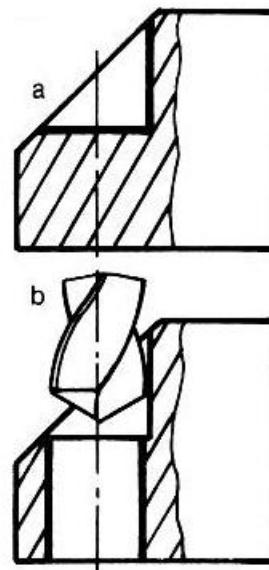
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

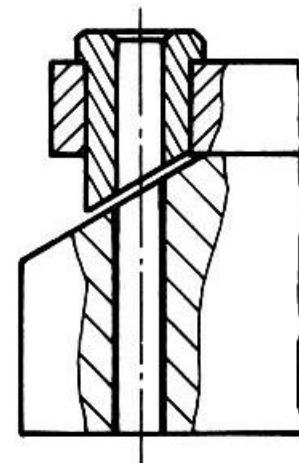
Perçage sur plan incliné :



Faible pente :
Centerer le trou



Forte pente :
Exécuter un lamage

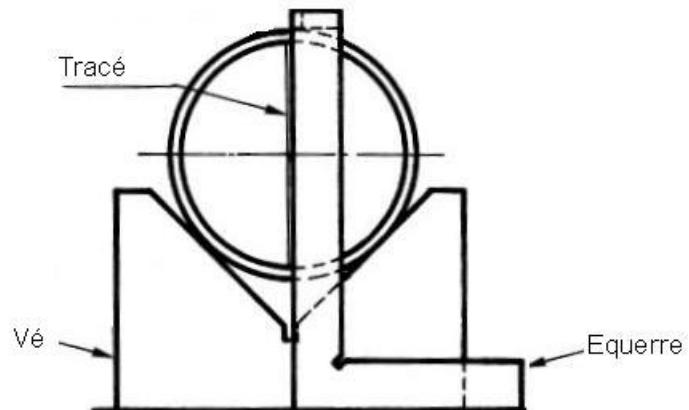
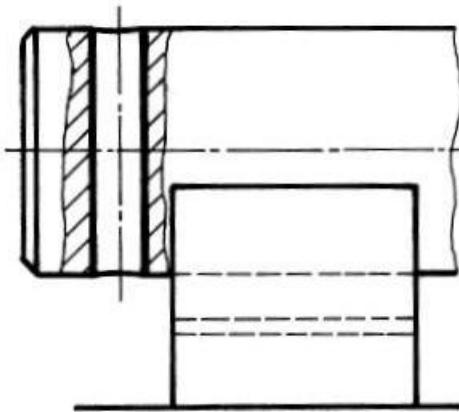


Canon de perçage
(Montage d'usinage)

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Perçage sur pièces cylindriques :

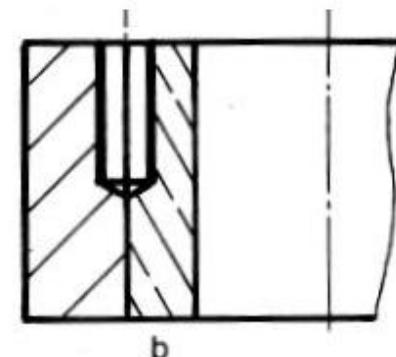
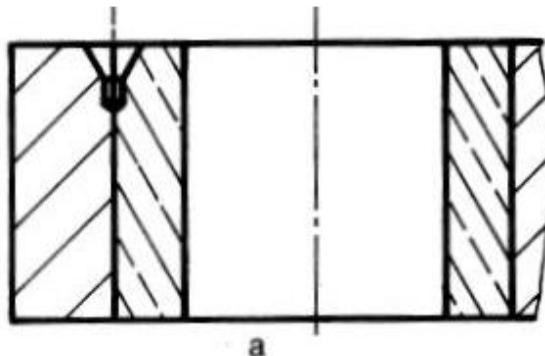


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Perçage entre cuir et chair :

- Positionner les deux pièces entre elles
- Excentrer le trou quelques dixièmes dans le métal le plus dur au foret à centrer
- Percer avec un foret le plus court possible

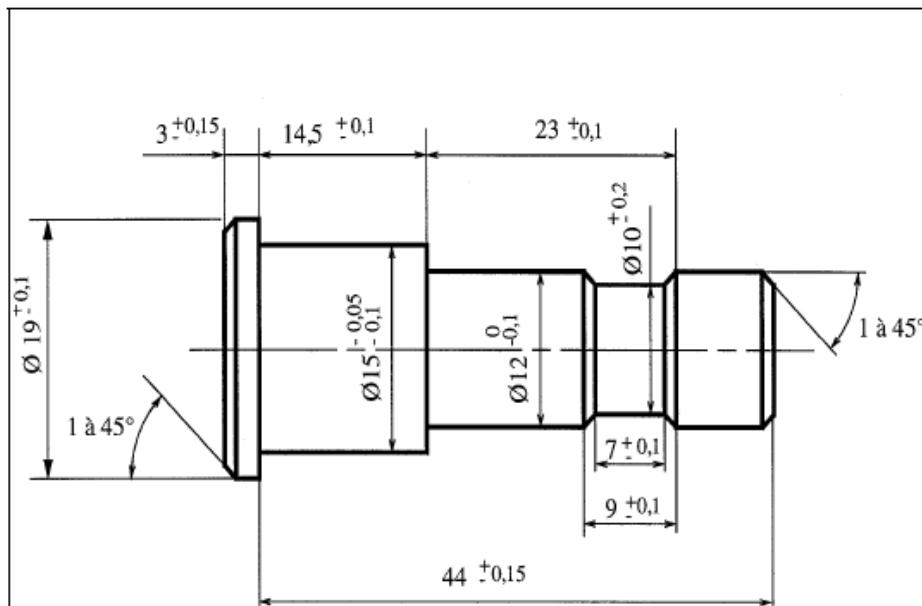


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces cylindriques :

Dessin de définition axe de came



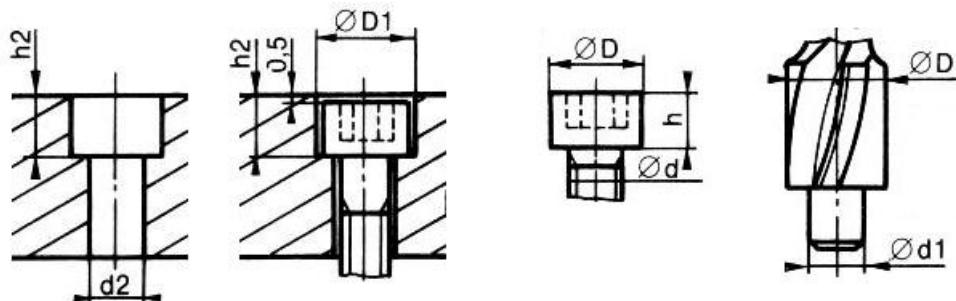
tolérances générales $R_a 3,2$ $\sqrt{}$

5	1	Axe de came	C35	Étiré Ø20 bruni
Repère	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1				
Version n° 3				
MaJ le 7/11/2004		ETAU A SERRAGE RAPIDE		

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

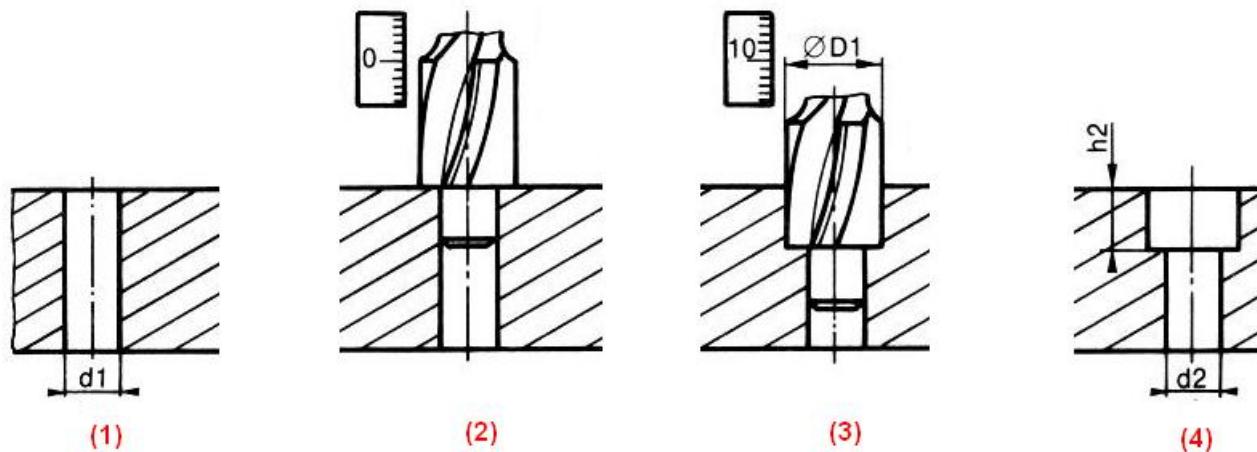
Perçage :

Le lamage :



d	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
D	5,5	7	8	10	13	16	18	22	24	27

$$D1 = (D + 0,2) \quad d2 = h2 = (d + 0,5) \quad h = d$$

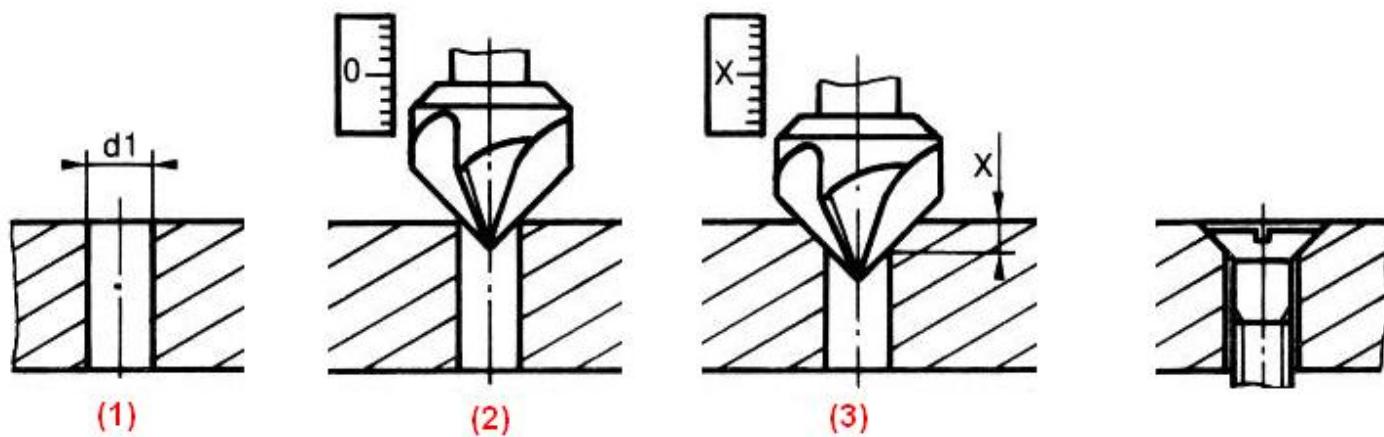


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Le fraisage :

Fraise conique sans pilote

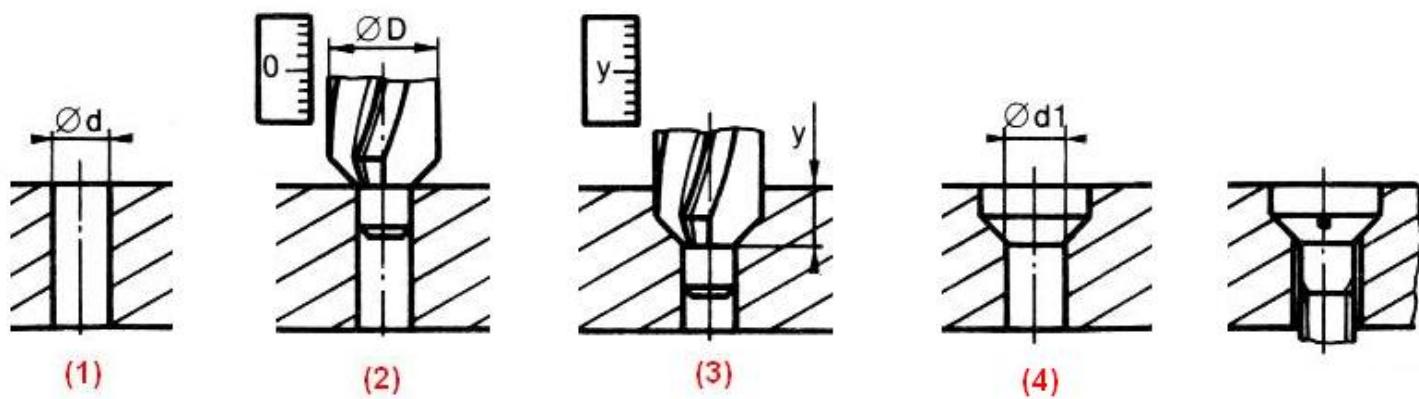


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

Le fraisage :

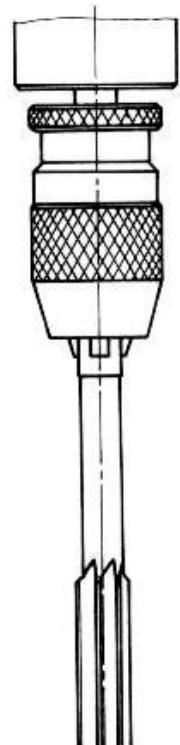
Fraise conique avec pilote



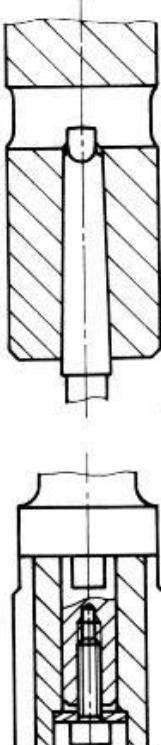
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Perçage :

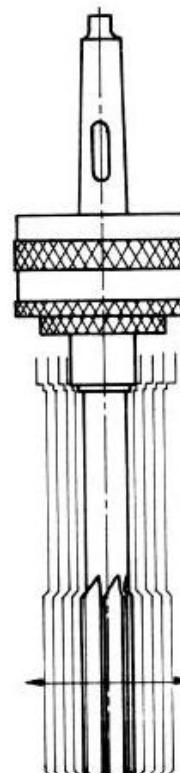
L'alésage :



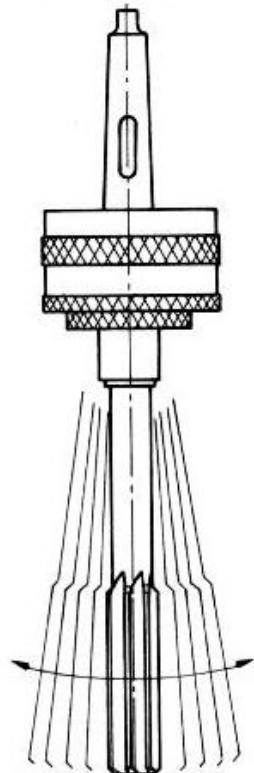
Montage
dans le mandrin



Montage
dans le cône



Montage
flottant



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Le filetage à la main :

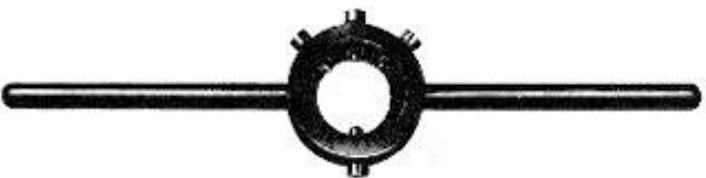
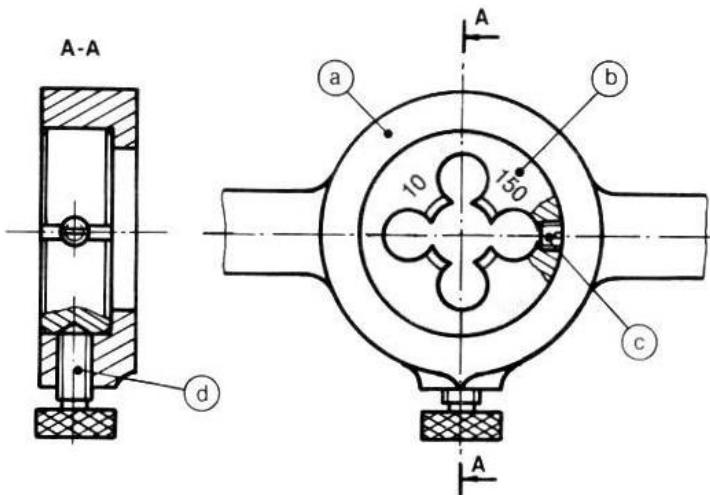
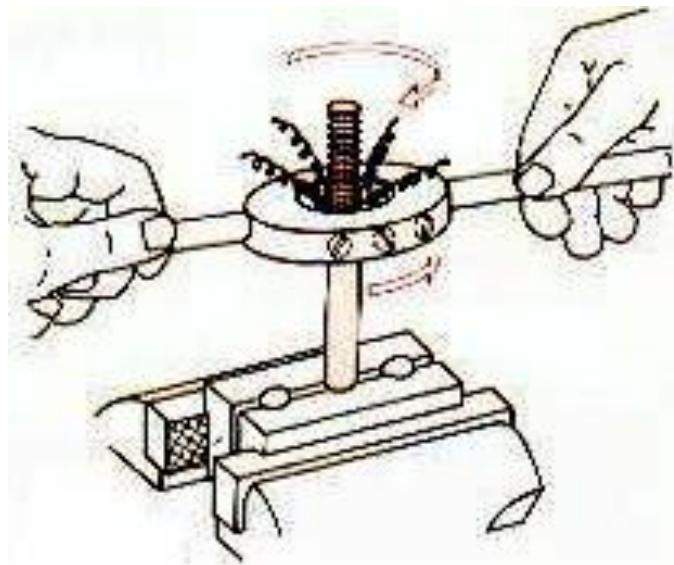
Filières rondes



Fermée



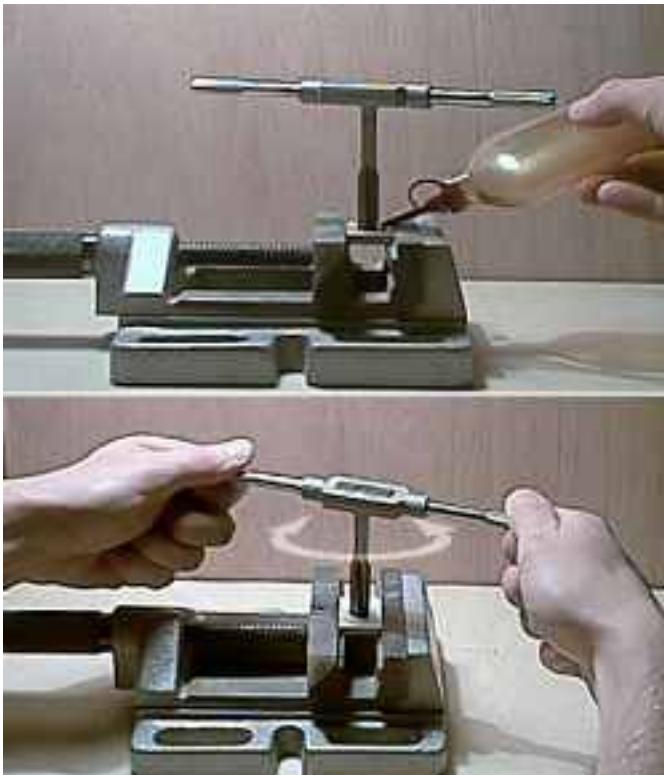
Extensible



Porte-filière

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Le taraudage à la main :



Taraudage à l'aide d'une perceuse

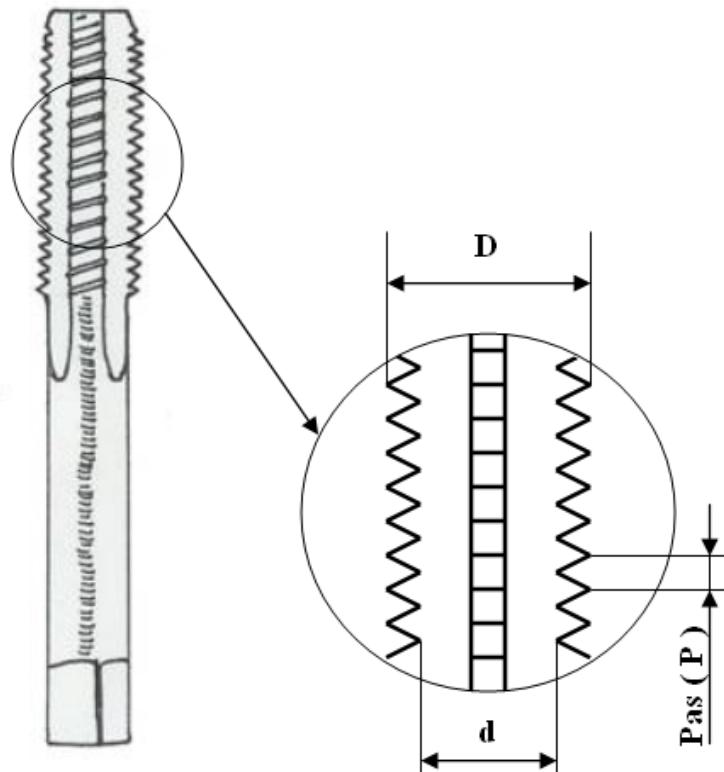
Le diamètre des tarauds varie de 1 jusqu'à 42mm selon sa longueur

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Le taraudage à la main :

Détermination du diamètre de perçage :

Formule générale : $d = D - P$

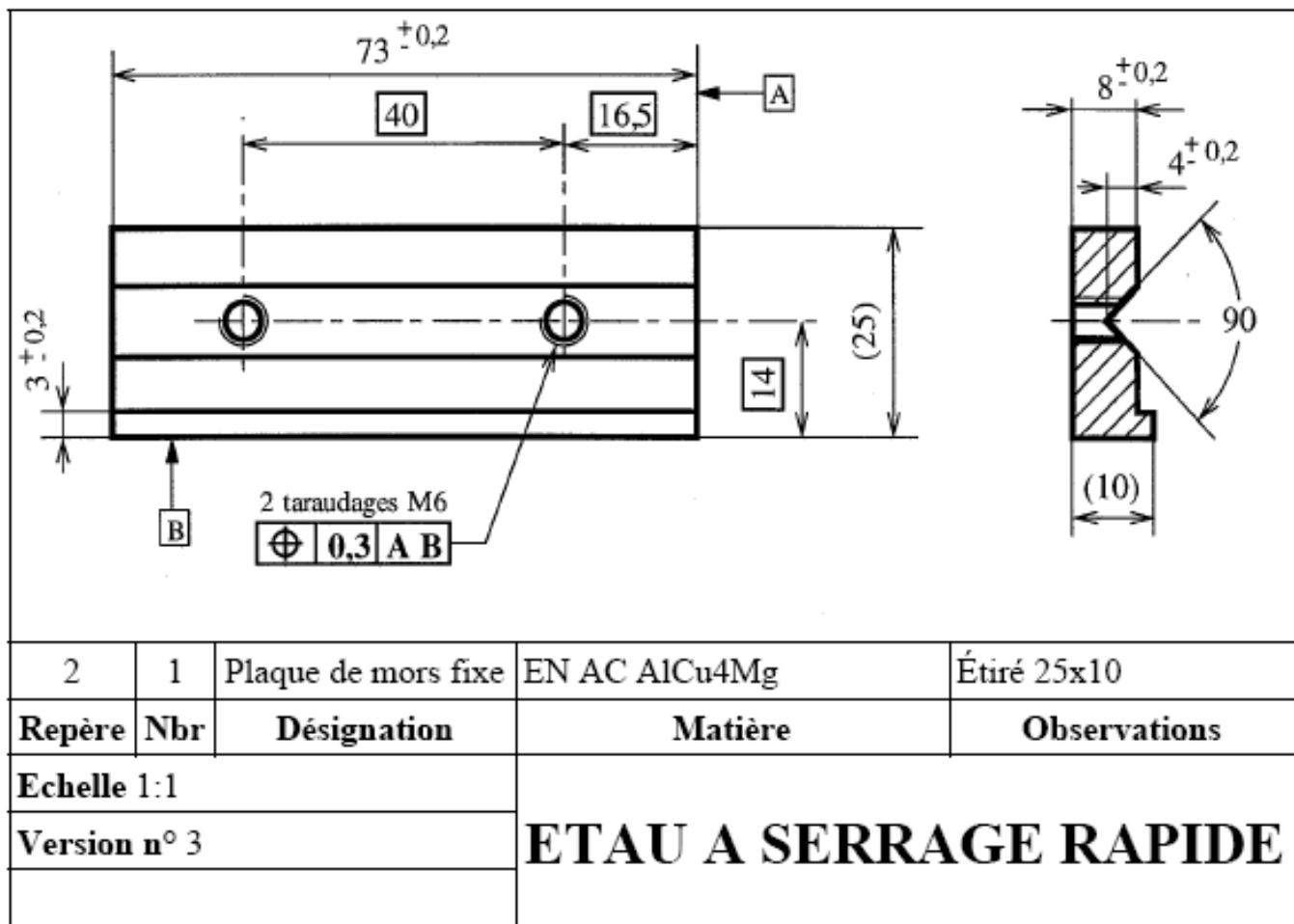


Diamètre	Pas
M 3	0,5
M 4	0,7
M 5	0,8
M 6	1
M 8	1,25
M 10	1,5
M 12	1,75
M 14	2
M 16	2
M 18	2,5
M 20	2,5

Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

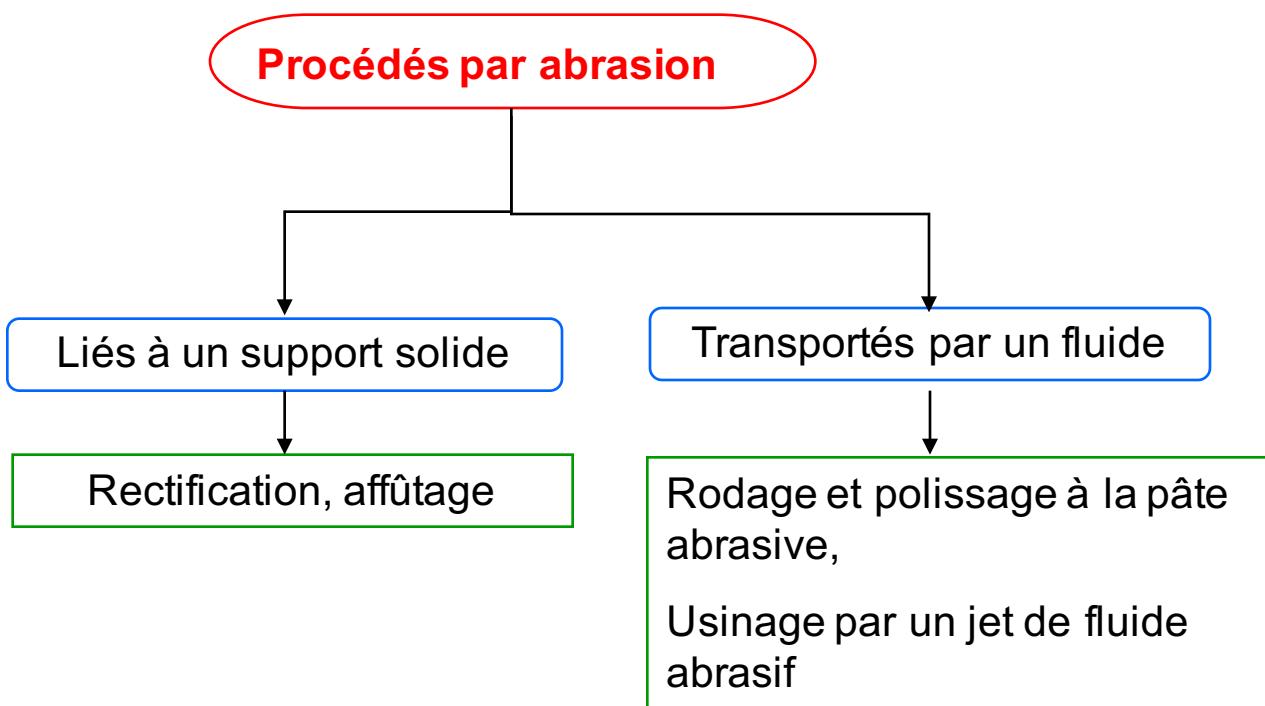
Dessin de définition mors fixe



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion :

L'enlèvement de matière est dû à l'**action mécanique** d'un grand nombre de **grains d'abrasifs** de petite taille et de **haute dureté**.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

La rectification permet des usinages de haute qualité mécanique :

- Qualité plus petites que 6
- Tolérances de l'ordre du micromètre
- Etat de surface très soigné ($R_a \approx 0.025$)

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Abrasifs :

Ce sont des minéraux très durs, naturels ou artificiels.

- L'alumine
Aciers rapides, aciers allié.
- Le corindon normal
Aciers trempés ou non, fers doux, fonte grise ou malléable
- Le carbure de silicium qui est un abrasif synthétique
Fonte douce, laiton et bronze, aluminium, etc.
- Le diamant (très durs)
Carbures métalliques, verre, pierre, céramique, etc.
- La nitrule de bore (très durs)
Aciers d'outillages, aciers spéciaux, aciers rapides, etc.

Le choix de la nature de l'abrasif se fait en fonction de la dureté du matériau à rectifier.

L'abrasif doit être d'autant plus dur que le matériau à rectifier est plus dur.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Abrasifs :

Classement des grains en fonction de leur utilisation

Etat des grains	N° de l'échelle	Type de travaux
Très gros	8 et 10	Dégrossissage, meulage
Gros	12 à 24	Ebauche
Moyen	30 à 80	Demi-finition, finition
Fin	90 à 180	Finition, affûtage
Très fin	220 à 320	Superfinition
Poudre et pâte	400 à 600	Rodage

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Agglomérants ou Liants :

V -	vitrifié (ne permettent pas les très grandes vitesses périphériques)
S -	silicate de soude
R -	caoutchouc
RF -	caoutchouc avec armature
B -	résine synthétique
BF -	résine synthétique avec armature
E -	gomme laque
Mg -	ciment magnésien

Le choix de l'agglomérant dépend :

- des efforts de la meule
- de la vitesse circonférentielle
- de la finition (pour le degrés de finition élevée, les meules les plus appropriées sont celles à agglomérant en résine)

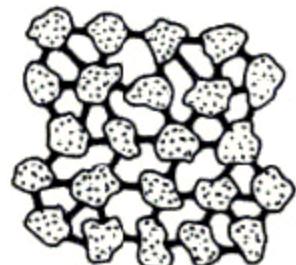
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Meule :

C'est un solide de révolution constitué d'un grand nombre de grains abrasifs agglomérés par un liant.

La forme des meules est adaptée à chaque opération particulière d'usinage.



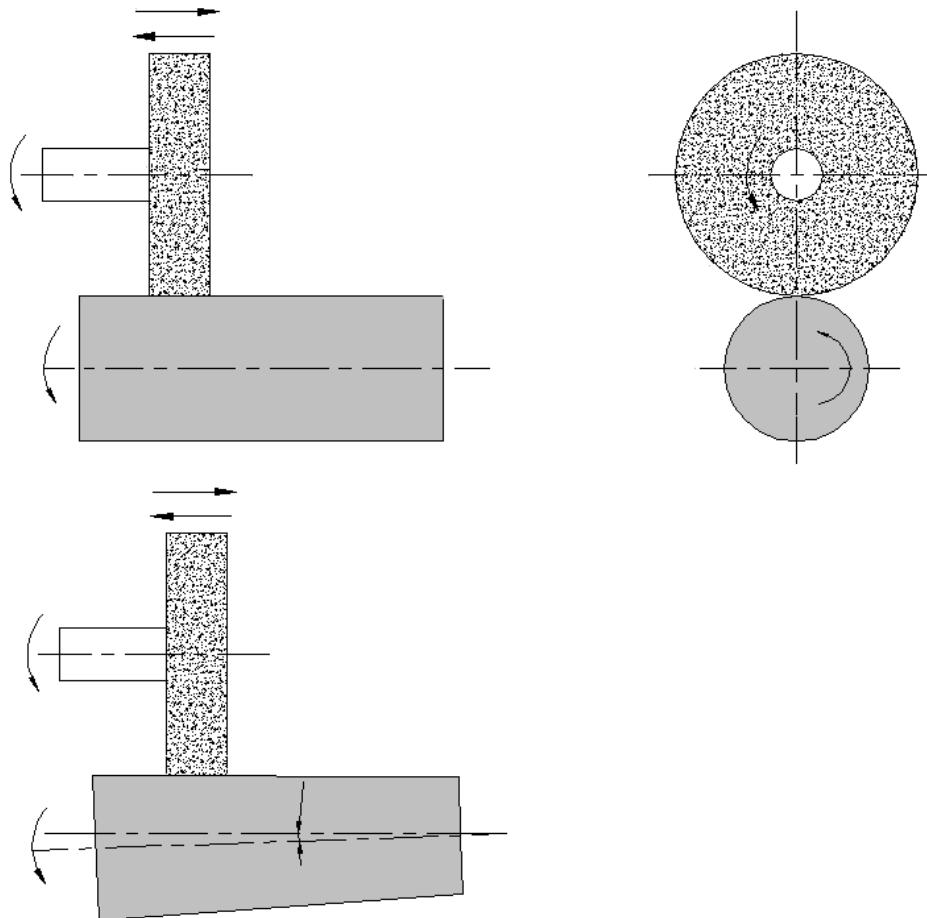
Structure d'une meule



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectification cylindrique extérieure :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectification cylindrique extérieure :

La vitesse de la meule :

25 à 32 m/s

La vitesse de la pièce :

elle est comprise entre 1/30^{ème} et 1/120^{ème} de la vitesse de la meule.

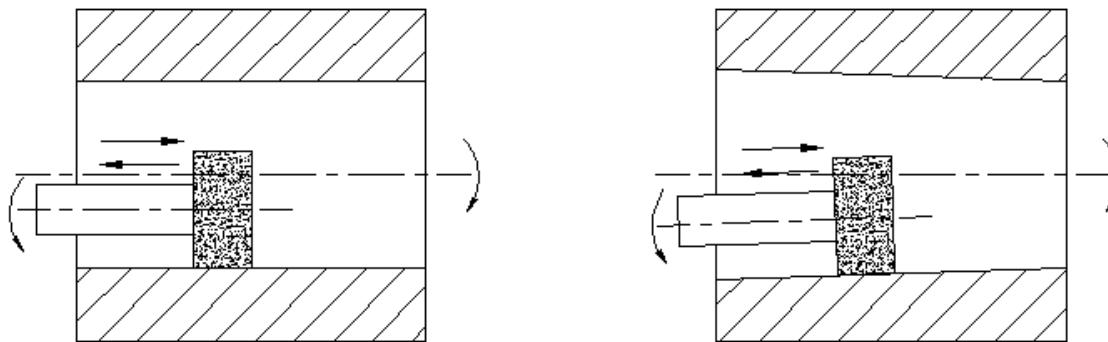
Les profondeurs de passe sont de l'ordre de :

0.005 à 0.1

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectification cylindrique intérieure :



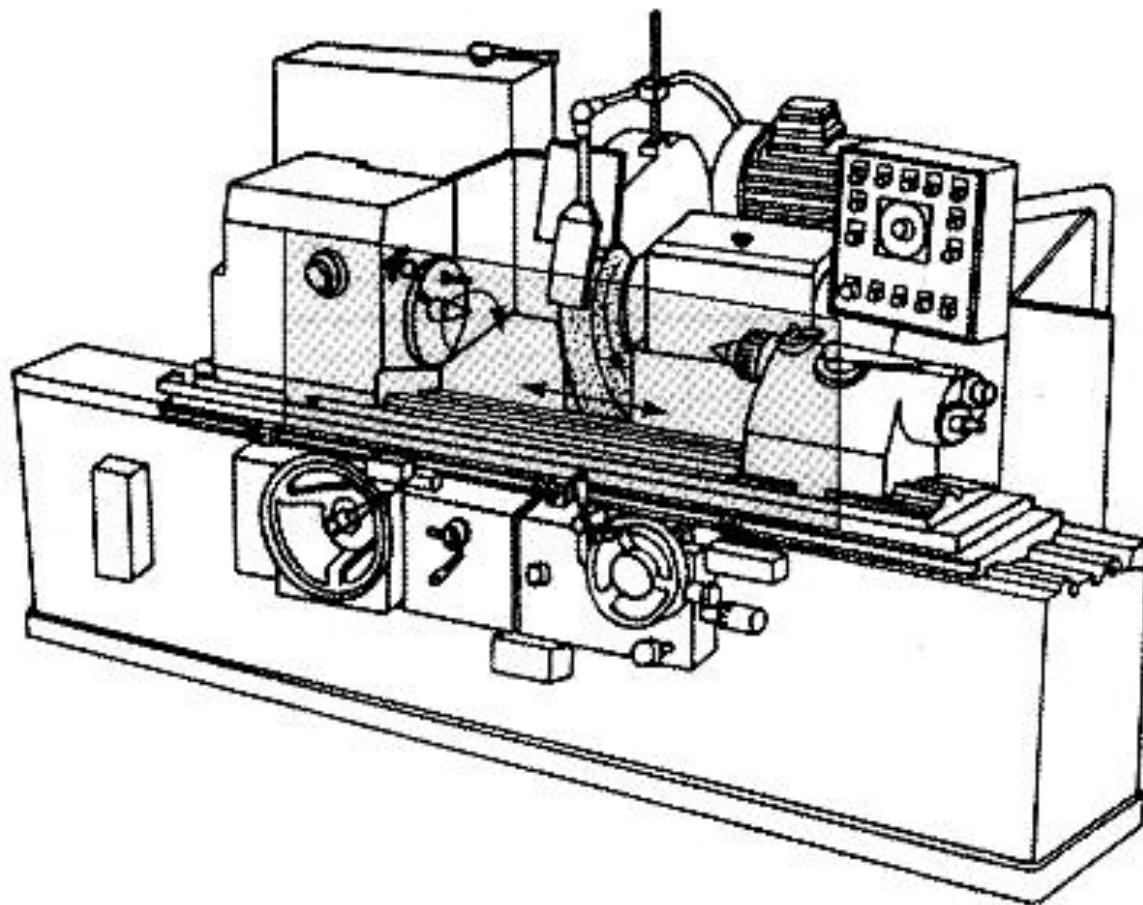
Comme les diamètres sont plus petits, les vitesses angulaires de rotation des broches sont élevées (35 000tr/min ou plus).

Le diamètre de la meule vaut environ 70% du diamètre de l'alésage.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectifieuse cylindrique :

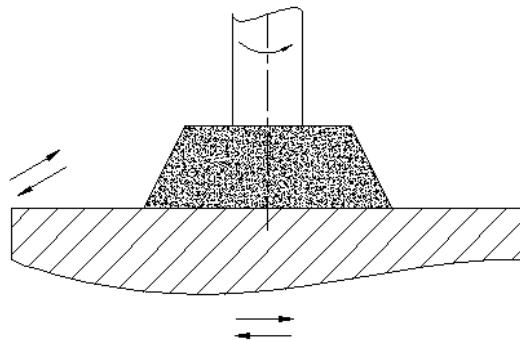
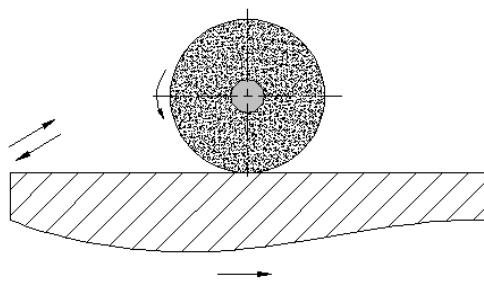


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectification plane :

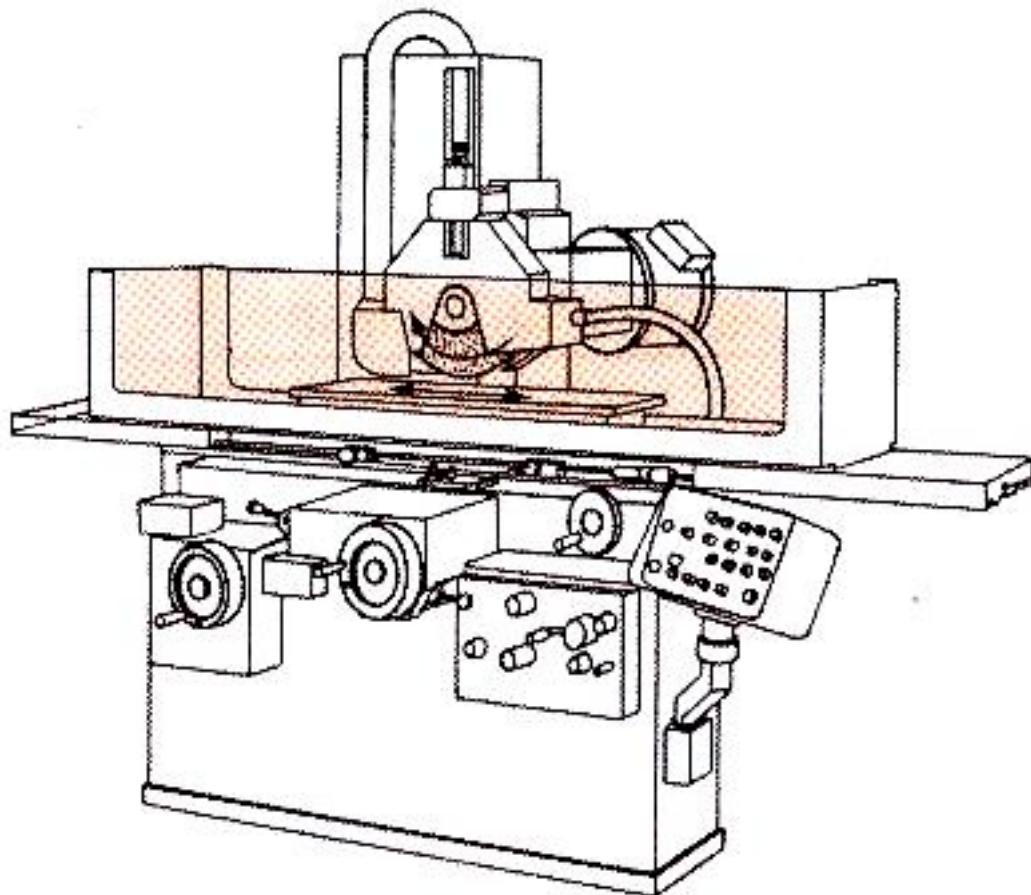
La rectification plane permet d'obtenir des surfaces planes de grande qualité géométrique (planéité, état de surface).



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion - Rectification :

Rectifieuse plane :

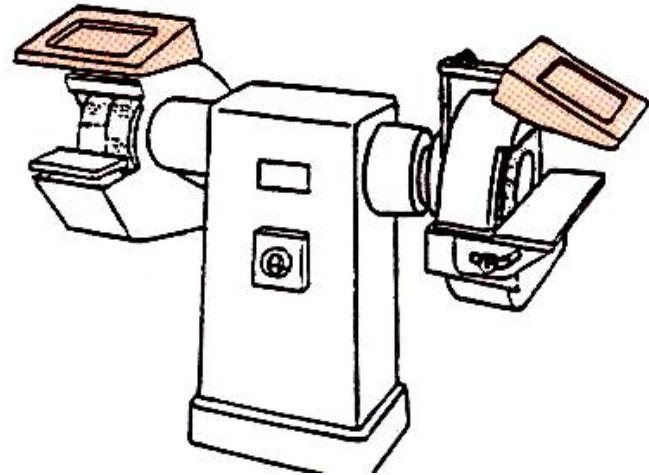


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par abrasion :

Affûteuses :

Les affûteuses sont des machines polyvalentes qui permettent la rectification des surfaces actives, des outils de coupe.



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

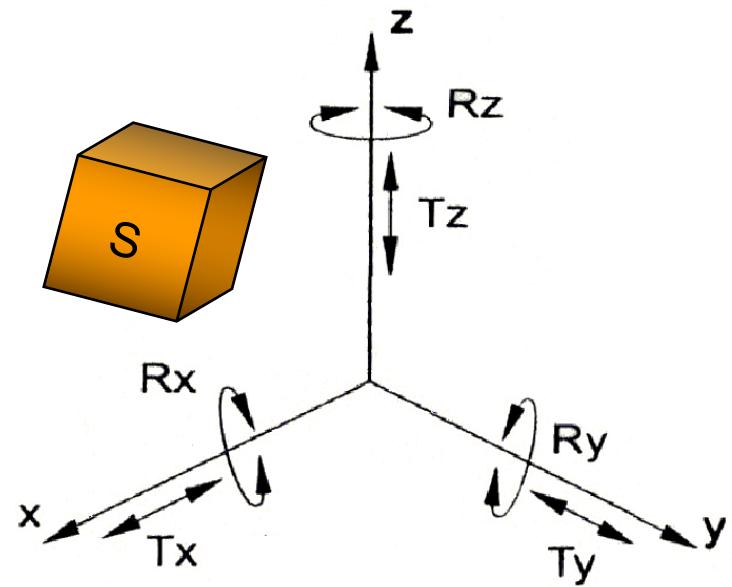
Mise en position des pièces :

Notion de degré de liberté :

Le mouvement d'un solide dans l'espace peut s'exprimer par :

- Trois translations : T_x, T_y, T_z
- Trois rotations : R_x, R_y, R_z

Six degrés de liberté



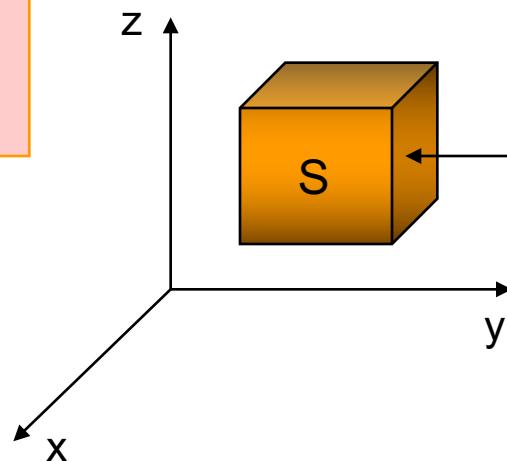
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Elimination des degrés de liberté :

Éliminer un degré de liberté du solide revient à éliminer une possibilité de mouvement.

Avoir un **contact ponctuel normale** à la surface de S avec un solide fixe du repère Oxyz



Le nombre et la disposition des normales dépendent de la forme de la surface géométrique du solide sur laquelle s'effectuent les contacts

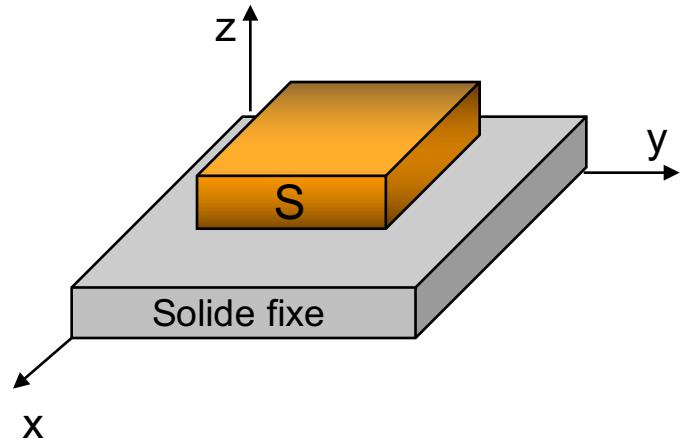
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

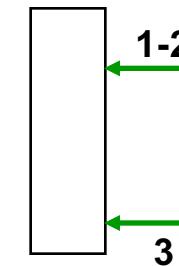
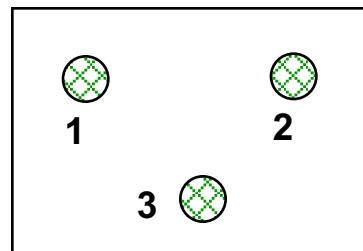
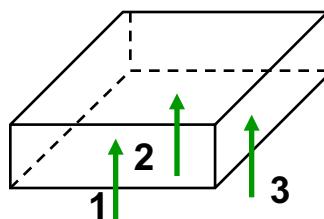
Appui plan :

Degrés de liberté éliminés :

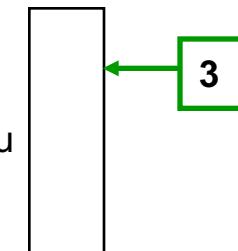
Tz, Rx, Ry



Symbolisation :



ou



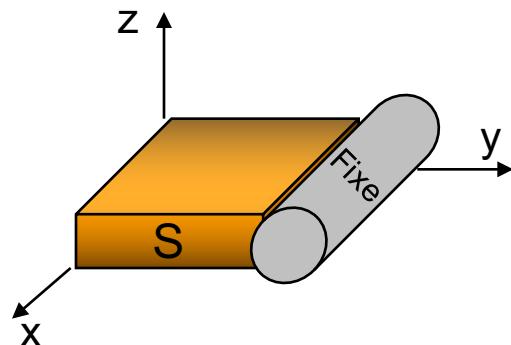
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

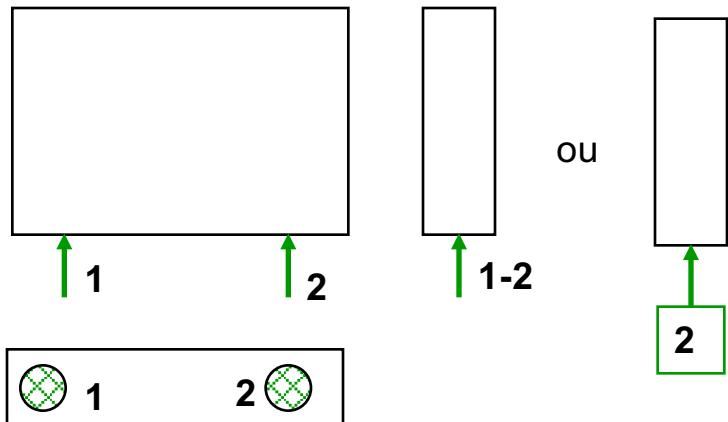
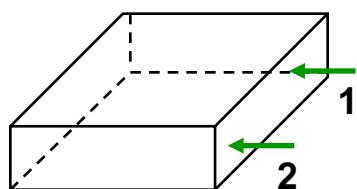
Appui linéaire :

Degrés de liberté éliminés :

Ty, Rz



Symbolisation :



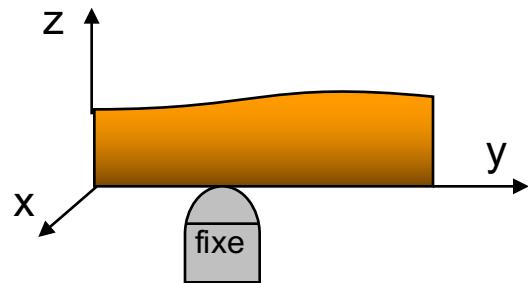
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

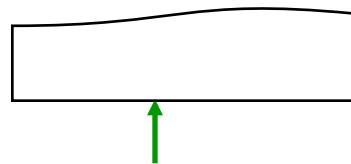
Appui ponctuelle :

Degrés de liberté éliminés :

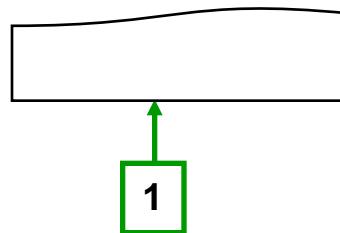
T_z



Symbolisation :



ou

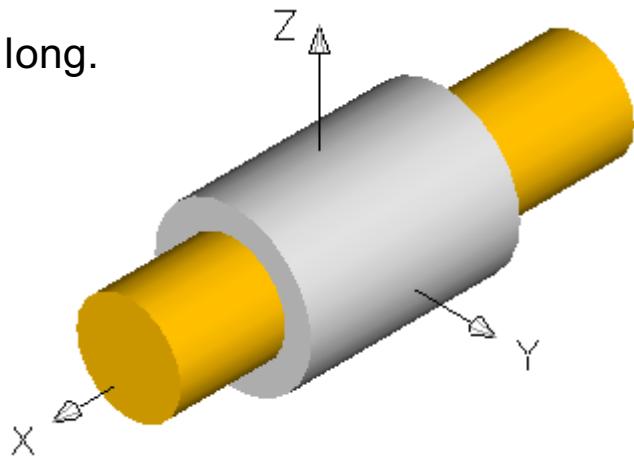


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Centrage long :

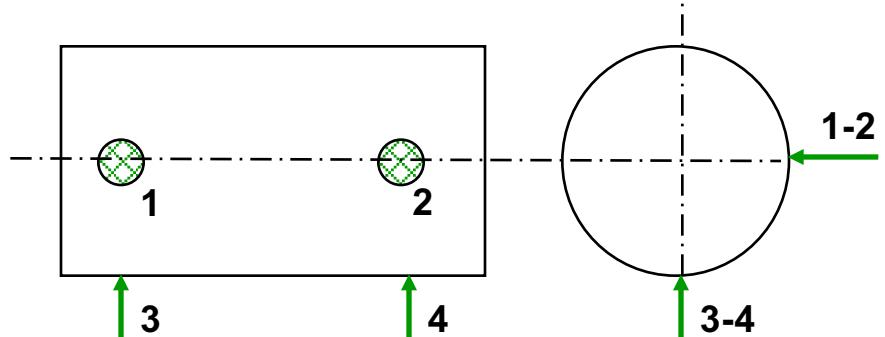
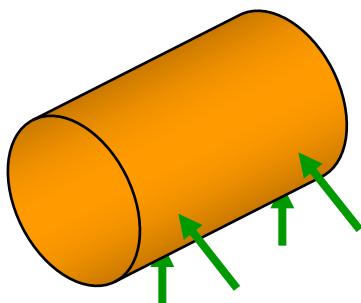
La surface du contact est un cylindre long.



Degrés de liberté éliminés :

Ty, Tz, Ry, Ry

Symbolisation :

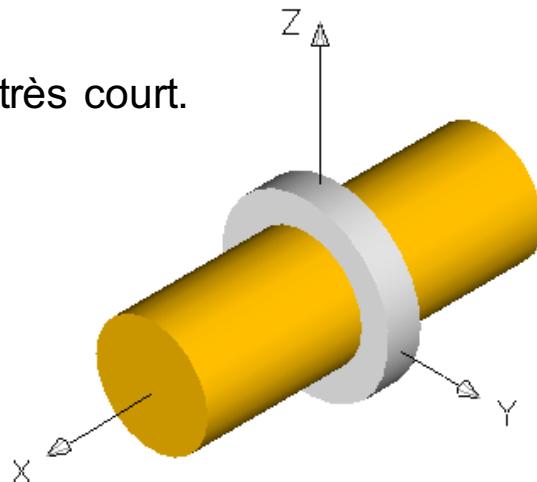


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Centrage court :

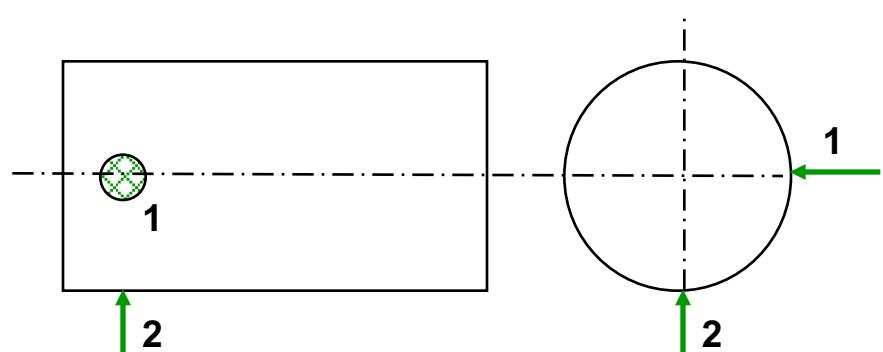
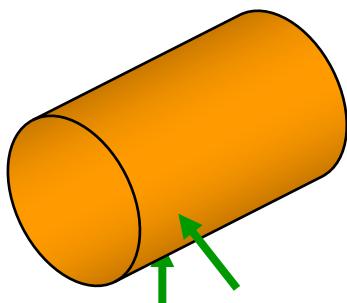
La surface du contact est un cylindre très court.



Degrés de liberté éliminés :

Ty, Tz

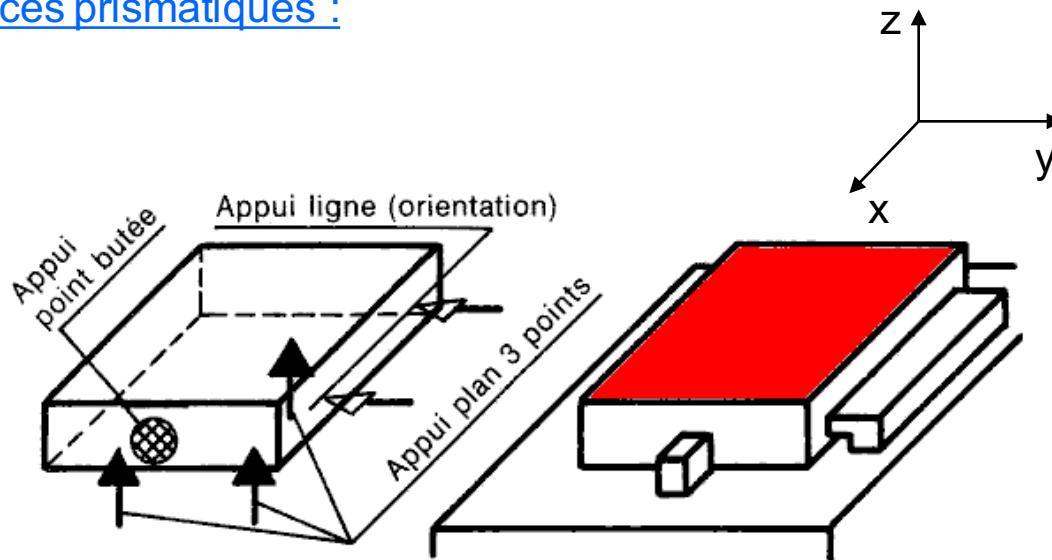
Symbolisation :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces prismatiques :



Degrés de liberté éliminés :

Appui plan : Tz, Rx, Ry

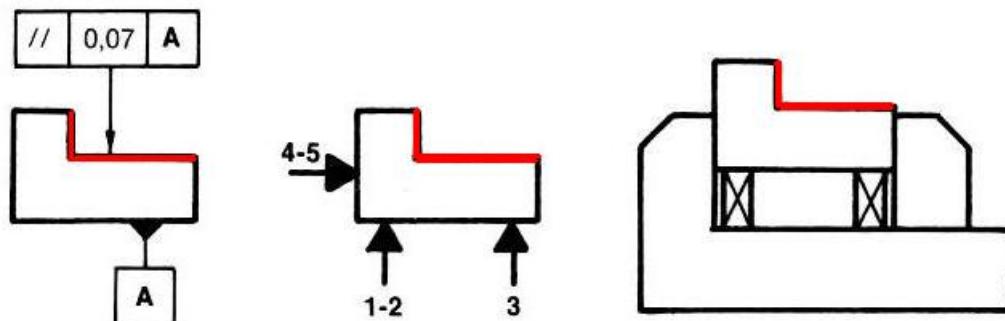
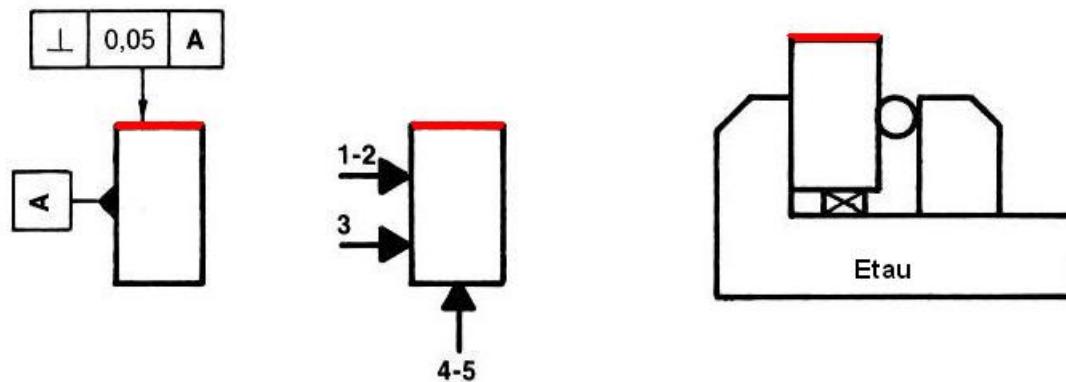
Appui linéaire : Ty, Rz

Appui simple (butée) : Tx

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces prismatiques :

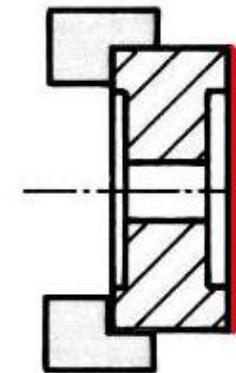
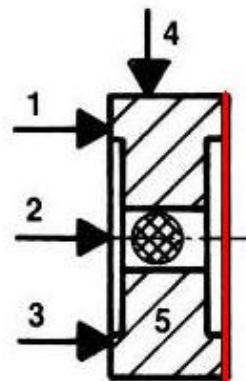
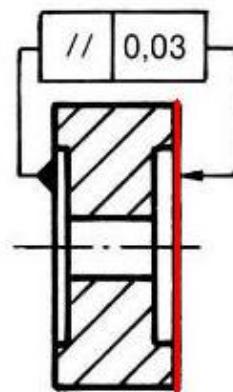
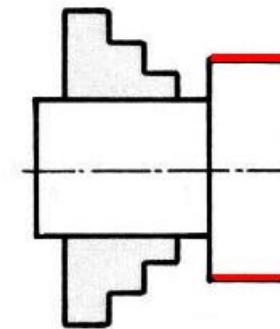
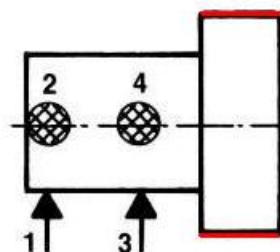
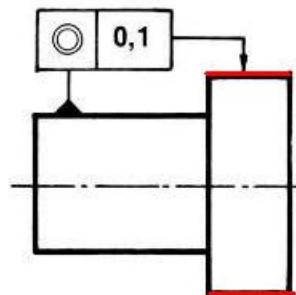


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces cylindriques :

Montage en l'air :

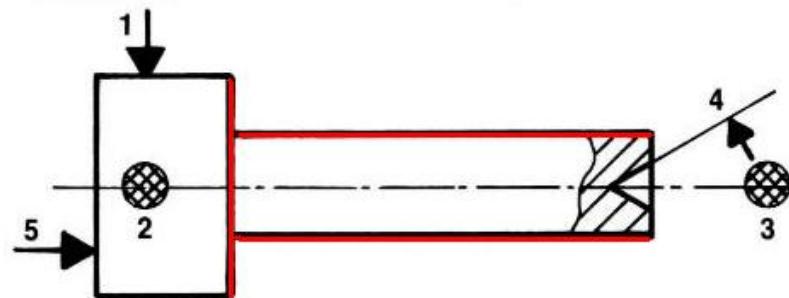
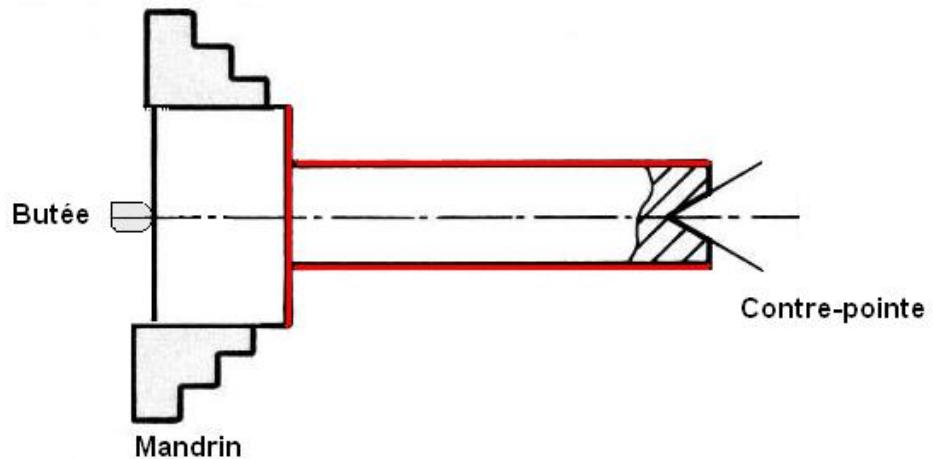


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces cylindriques :

Montage mixte :

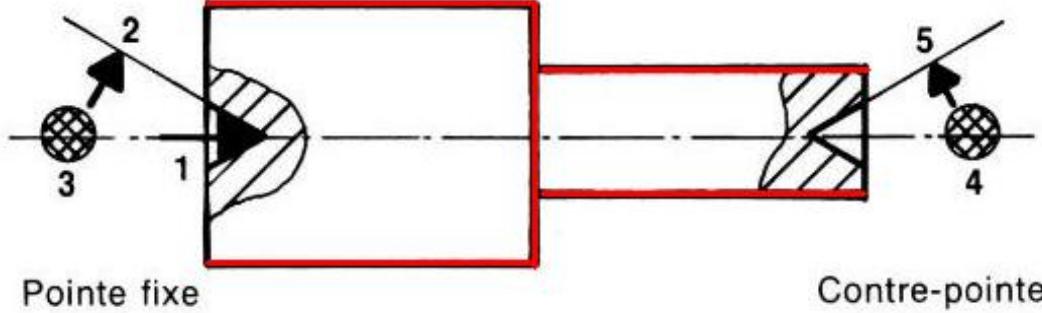


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces cylindriques :

Montage entre-pointes :

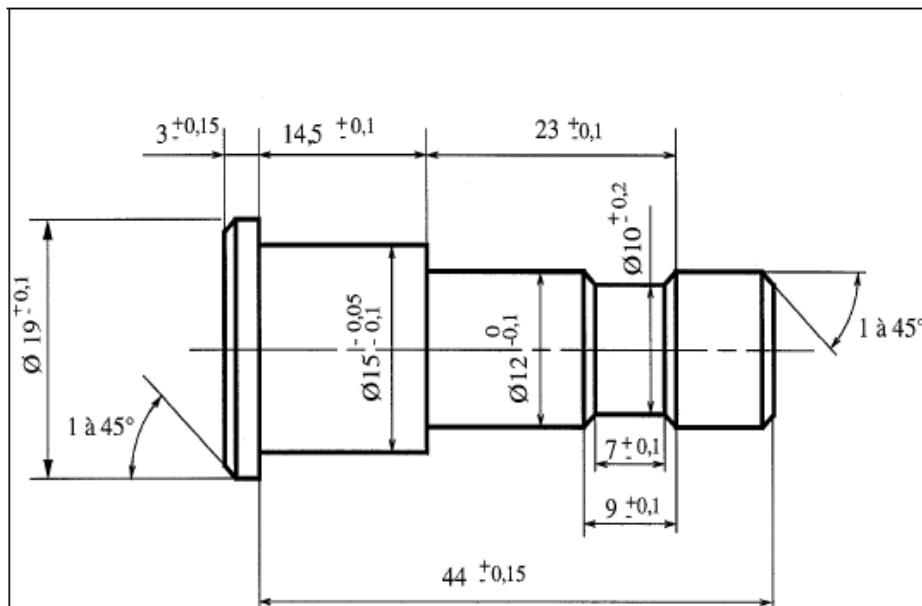


- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Mise en position des pièces :

Pièces cylindriques :

Dessin de définition axe de came



tolérances générales $R_a 3,2$ $\sqrt{}$

5	1	Axe de came	C35	Étiré Ø20 bruni
Repère	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1				
Version n° 3				
MaJ le 7/11/2004		ETAU A SERRAGE RAPIDE		

Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Type de technologie	
Appui fixe	+
Centrage fixe	O
Système à serrage	H
Système à serrage concentrique	O
Système à réglage irréversible	V
Système de soutien irréversible	W
Centrage réversible	Wb

Nature de la surface de la pièce	
Surface usinée (1 trait)	→
Surface brute (2 traits)	→

Nature du contact avec la pièce				
Contact ponctuel	Touche plate	Contact strié	Pointe fixe	Pointe tournante

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Contrat de phase :

Le contrat de phase est le document de référence de l'opérateur.

Il décrit l'ensemble des opérations, éventuellement groupées en sous phase, réalisées sur un même poste de travail.

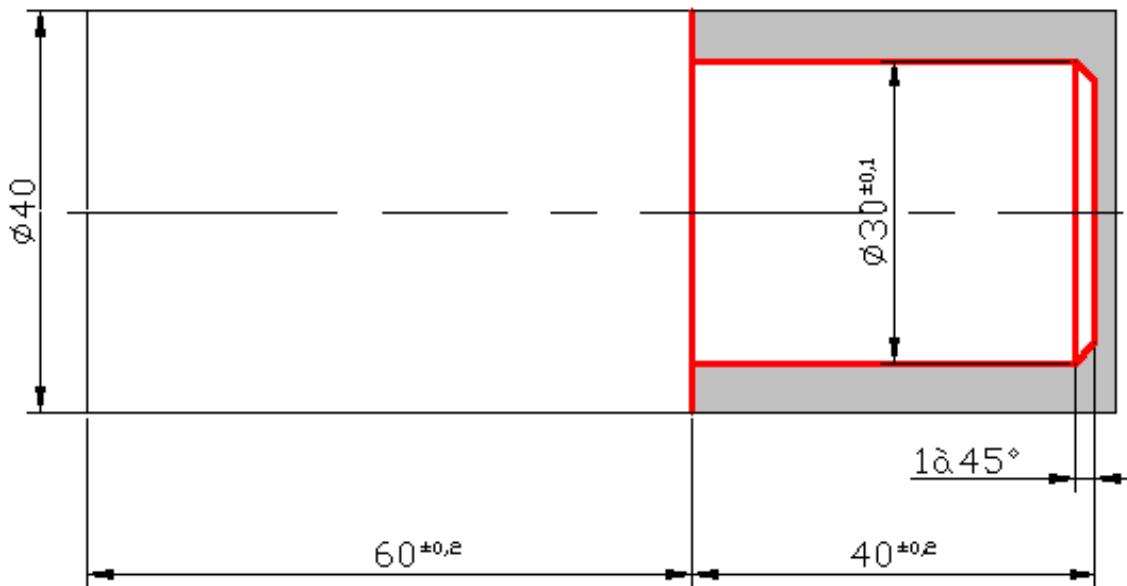
Contenu du contrat de phase :

- Le numéro de la phase
- La désignation de la phase
- Les références de la pièce : ensemble, pièce, matière
- Le croquis de la pièce à usiner,
- Symbolisation technologique de la mise en position,
- Cotation de fabrication
- Repérage des surfaces
- Le référentiel de mise en position
- Les opérations d'usinage
- Les conditions de coupe
- Les différents temps (temps de coupe)

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

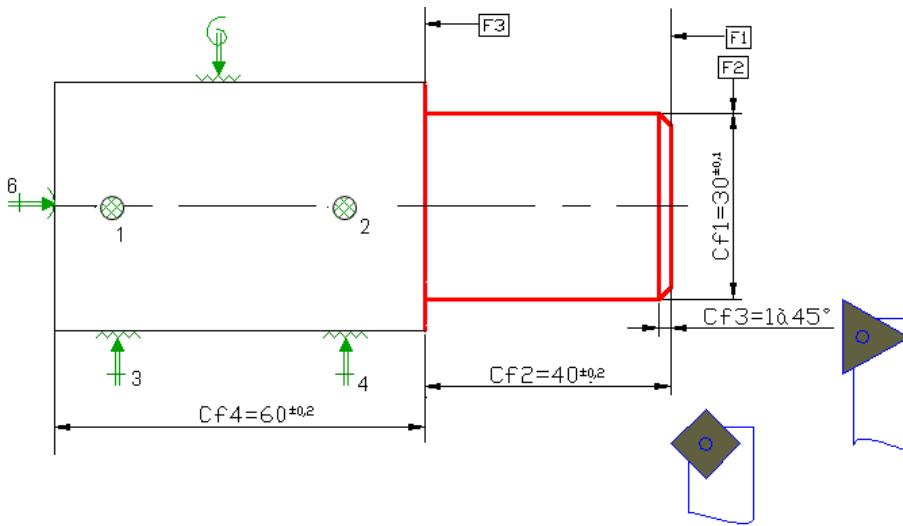
Contrat de phase :

Application:



Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

CONTRAT DE PHASE		Phase N° 10																																			
Désignation : Tournage	Ensemble :	Pièce :																																			
Machine : Tour parallèle	Matière : C40	Qté : 100																																			
																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Opérations</th> <th>Outils</th> <th>Vc m/mn</th> <th>n tr/mn</th> <th>f mm/tr</th> <th>a mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Mise en position : Centrage long : 1-2-3-4 Appui simple : 5</td> <td>Mandrin à trois mors à serrage concentrique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Chariotage de F2 $Cf1 = \emptyset 30^{\pm 0.1}$ $Cf4 = 60^{\pm 0.2}$</td> <td>Outil carbure à plaquette triangulaire Pied à coulisse</td> <td>100</td> <td>1061</td> <td>0.12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Dressage de F1 $Cf2 = 40^{\pm 0.2}$</td> <td>Outil carbure à plaquette carrée Jauge de profondeur</td> <td>100</td> <td>2122</td> <td>0.12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Chanfreinage $Cf3 = 1 \text{ à } 45^\circ$</td> <td>Outil carbure à plaquette carrée</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Opérations	Outils	Vc m/mn	n tr/mn	f mm/tr	a mm	1	Mise en position : Centrage long : 1-2-3-4 Appui simple : 5	Mandrin à trois mors à serrage concentrique					2	Chariotage de F2 $Cf1 = \emptyset 30^{\pm 0.1}$ $Cf4 = 60^{\pm 0.2}$	Outil carbure à plaquette triangulaire Pied à coulisse	100	1061	0.12	1	3	Dressage de F1 $Cf2 = 40^{\pm 0.2}$	Outil carbure à plaquette carrée Jauge de profondeur	100	2122	0.12	1	4	Chanfreinage $Cf3 = 1 \text{ à } 45^\circ$	Outil carbure à plaquette carrée	100			
	Opérations	Outils	Vc m/mn	n tr/mn	f mm/tr	a mm																															
1	Mise en position : Centrage long : 1-2-3-4 Appui simple : 5	Mandrin à trois mors à serrage concentrique																																			
2	Chariotage de F2 $Cf1 = \emptyset 30^{\pm 0.1}$ $Cf4 = 60^{\pm 0.2}$	Outil carbure à plaquette triangulaire Pied à coulisse	100	1061	0.12	1																															
3	Dressage de F1 $Cf2 = 40^{\pm 0.2}$	Outil carbure à plaquette carrée Jauge de profondeur	100	2122	0.12	1																															
4	Chanfreinage $Cf3 = 1 \text{ à } 45^\circ$	Outil carbure à plaquette carrée	100																																		

Technologie des fabrications mécaniques

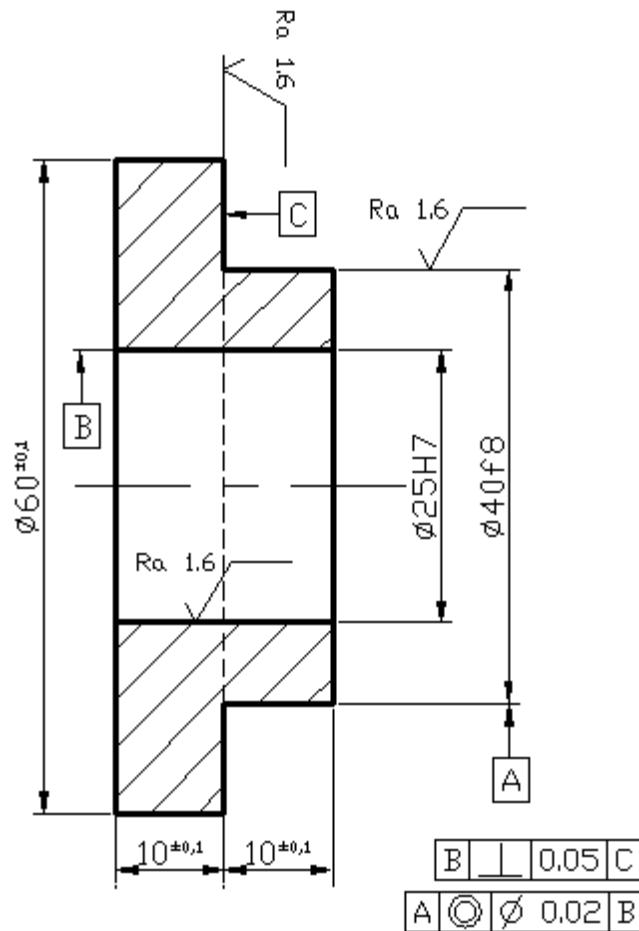
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

CONTRAT DE PHASE		Phase N° 30				
Désignation : Fraisage	Ensemble : Etau de table	Pièce : Mors mobile				
Machine : Fraiseuse universelle	Matière : S275	Qté :				
Opérations	Outils	Vc m/mn	n tr/mn	f mm/ dt/tr	Vf mm/ mn	a mm
1 Mise en position : Appui : 1-2-3 Appui linéaire : 4-5 Appui simple : 6	Etau + Butée					
2 Surfaçage en finition de F3 $Cf_3=60^{\pm 1}$	Fraise 2 tailles Ø30 Z8 Pied à coulisse	20	200	0.05	80	1

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Tournage – Applications:

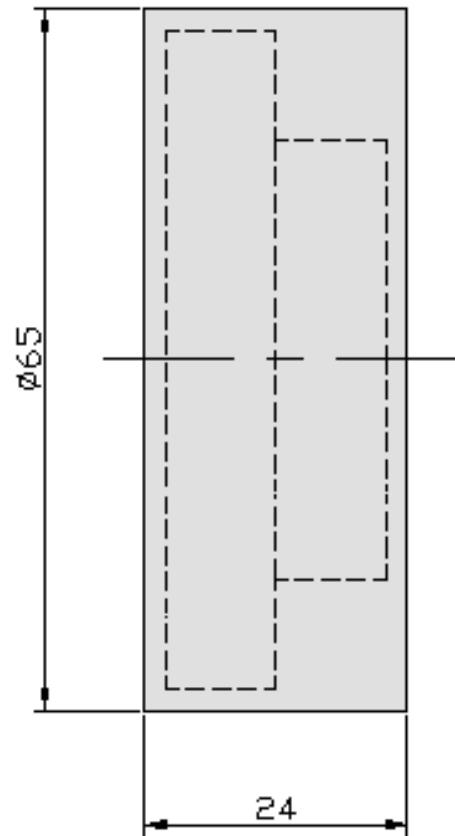
$\varnothing 25H7$ (sup = +0.033, inf = 0)
 $\varnothing 40f8$ (sup = -0.025, inf = -0.064)



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Tournage – Applications:

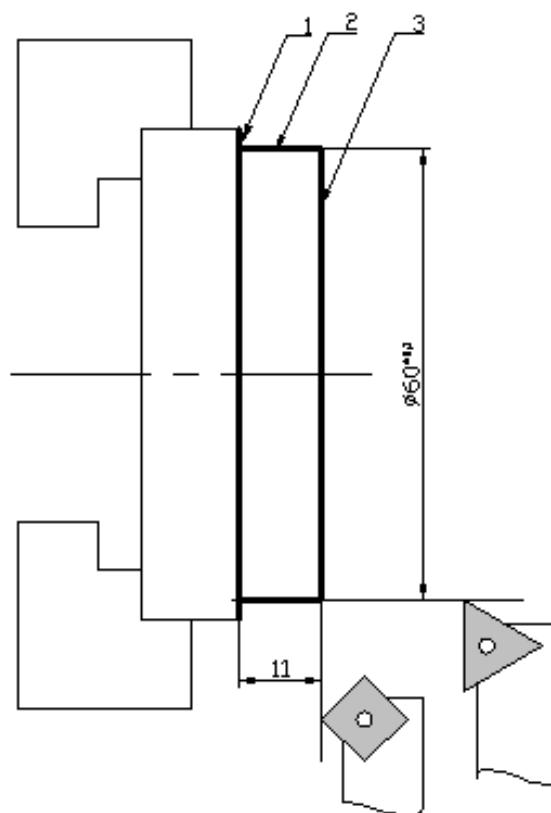
Phase 00 : Contrôle de brute



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Tournage – Applications:

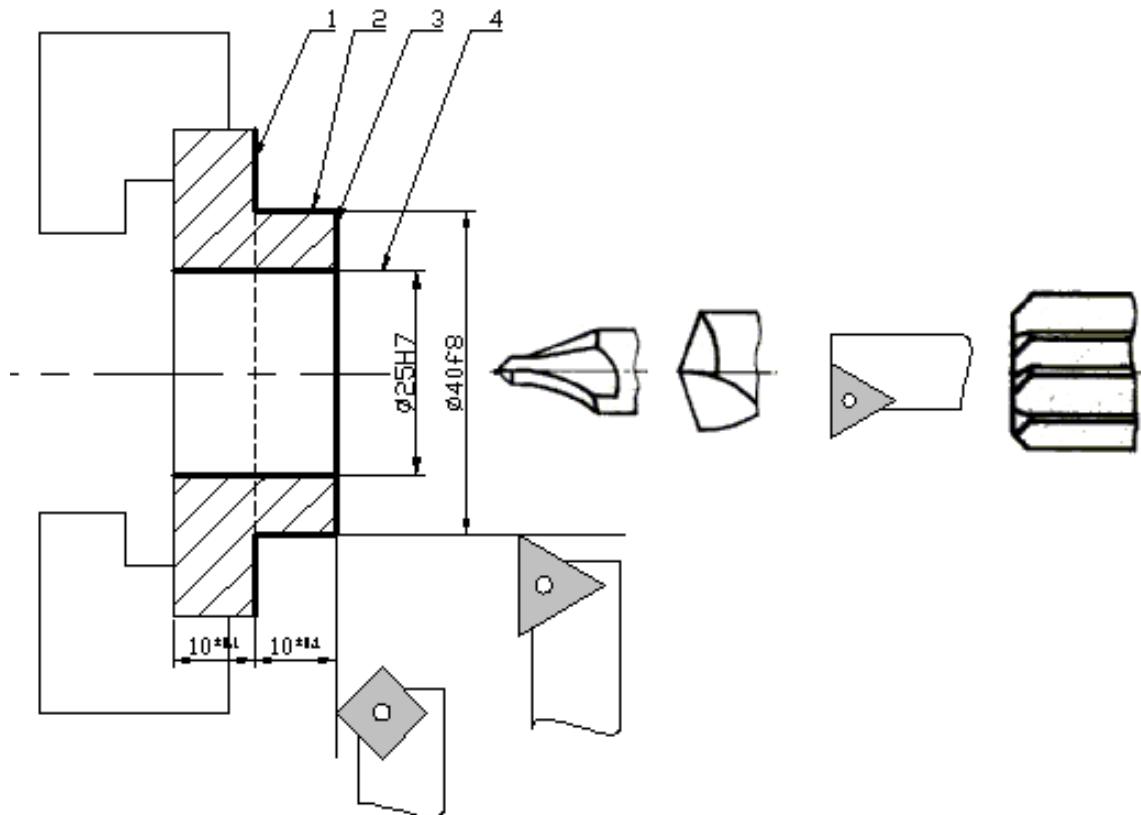
Phase 10 :



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

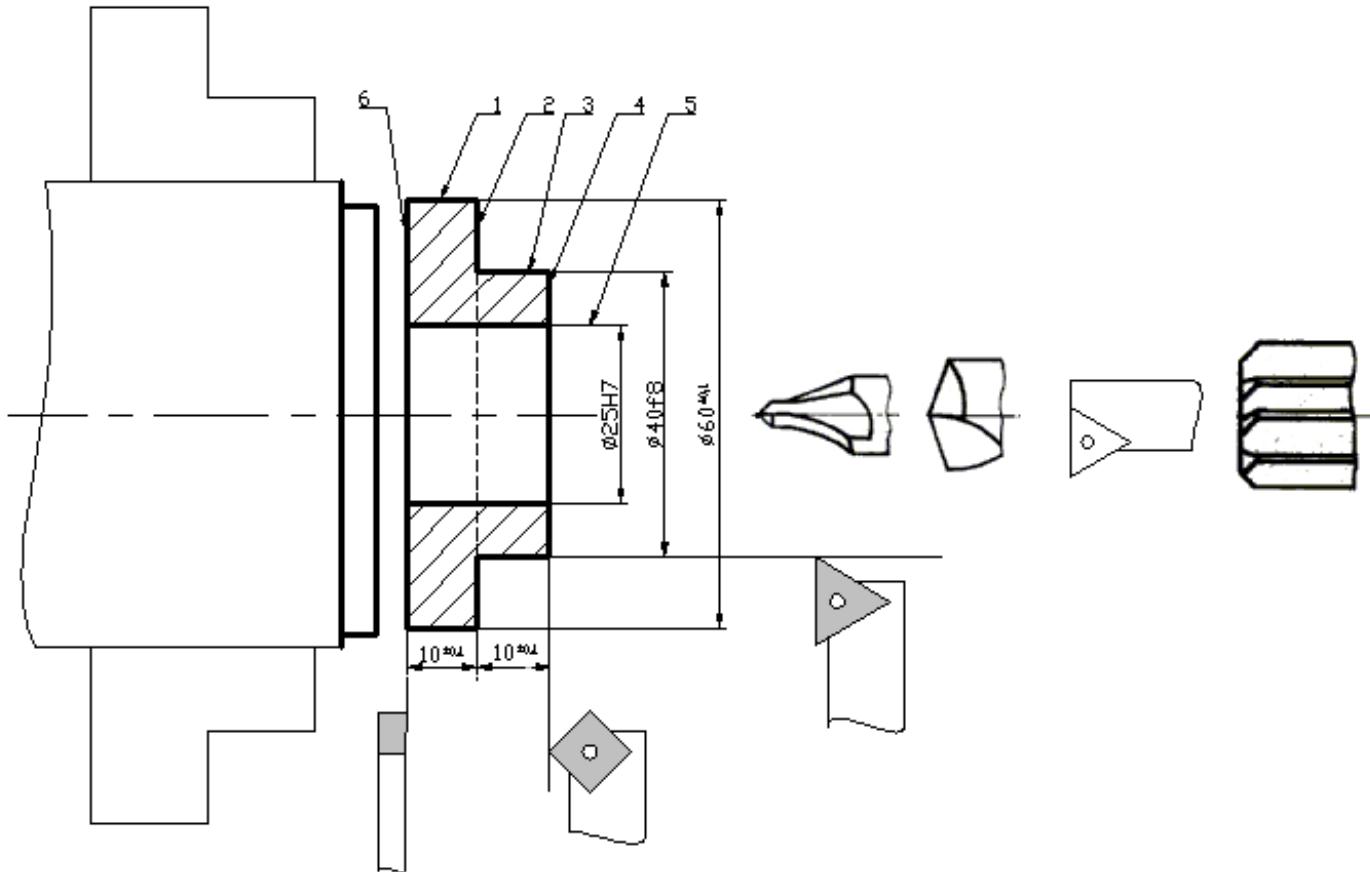
Tournage – Applications:

Phase 20



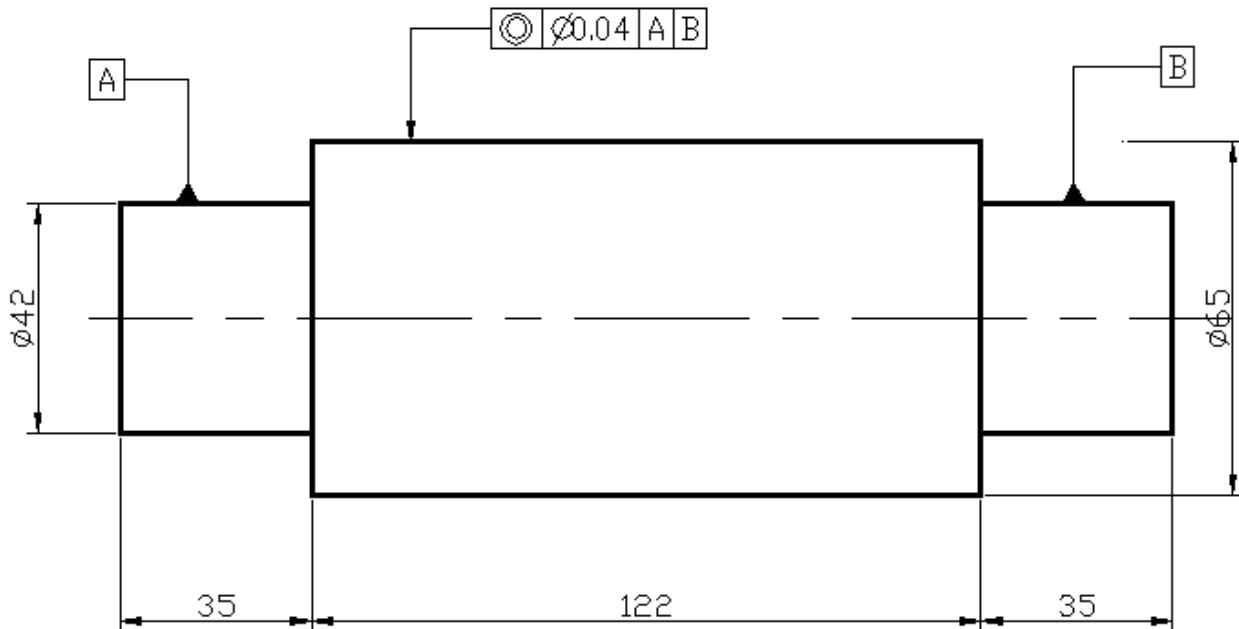
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Tournage – Applications:



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

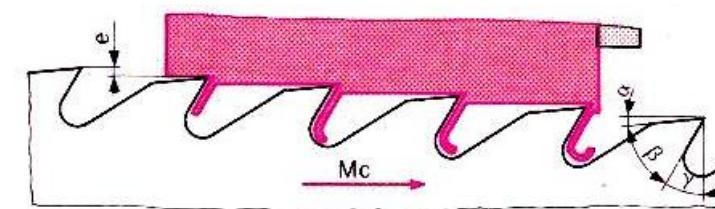
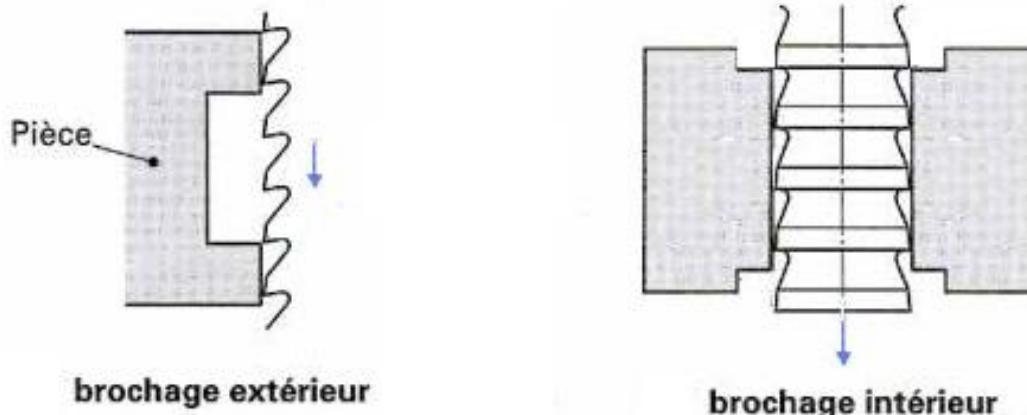
Tournage – Applications:



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage :

Le brochage est un procédé d'usinage de surfaces à l'aide d'un outil de forme à tranchants multiples appelé **broche**.



	Normale	Possible
Précision	IT 6	IT 5
Rugosité	Ra 0.8	Ra 0.4

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage d'intérieur :

a ronde

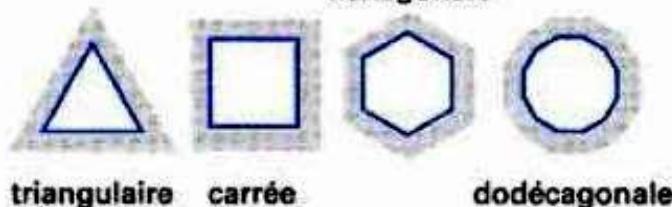


b oblongue



c polygonales

hexagonale



d à crans



multicrans



pour roue libre

e à cannelures



à flancs droits



à flancs courbes

f avec accrochages à clavette

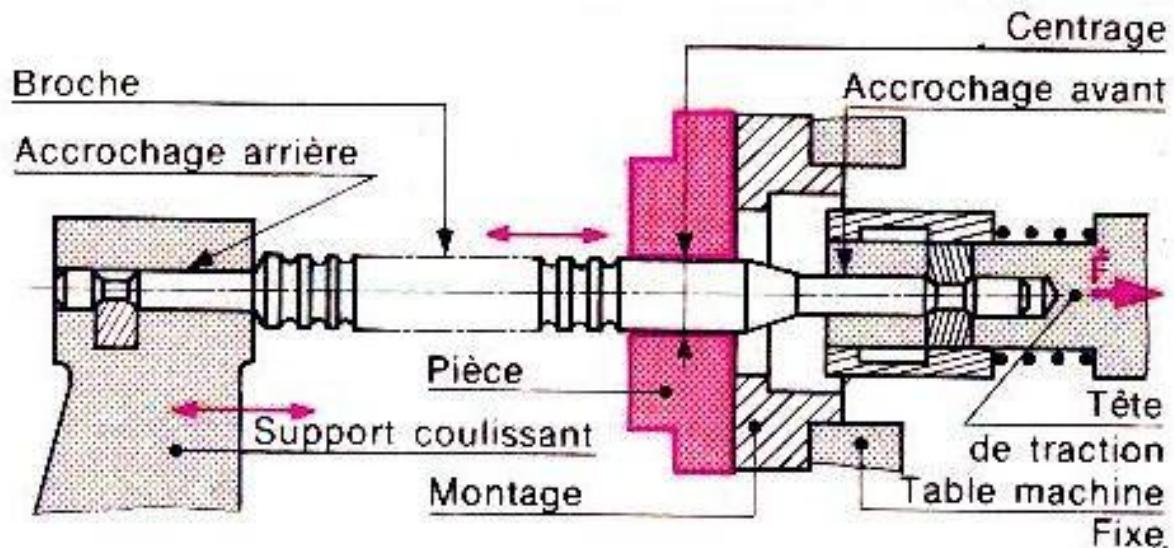


g avec accrochages à saillie



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage d'intérieur :



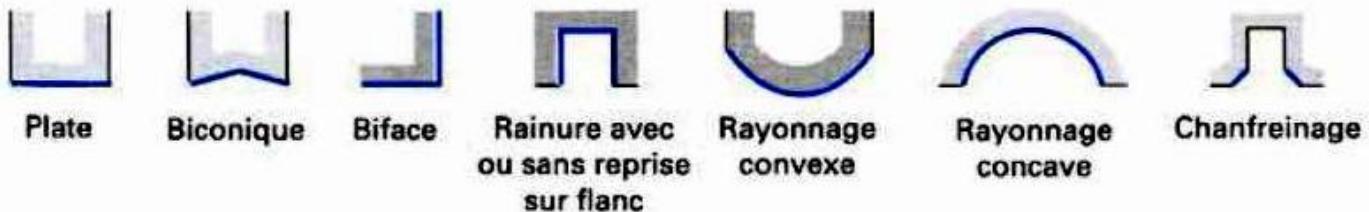
Le brochage intérieur nécessite que la broche puisse traverser la pièce. Il est donc nécessaire de réaliser au préalable un trou débouchant.

Technologie des fabrications mécaniques

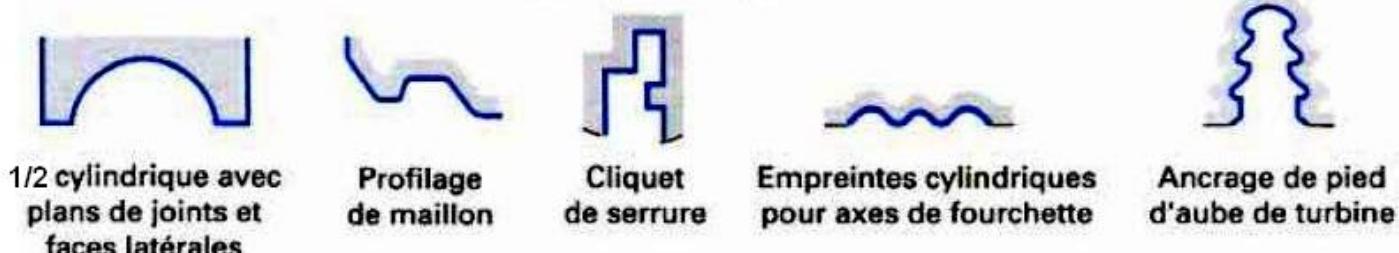
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage d'extérieur :

a) formes simples



b) formes complexes

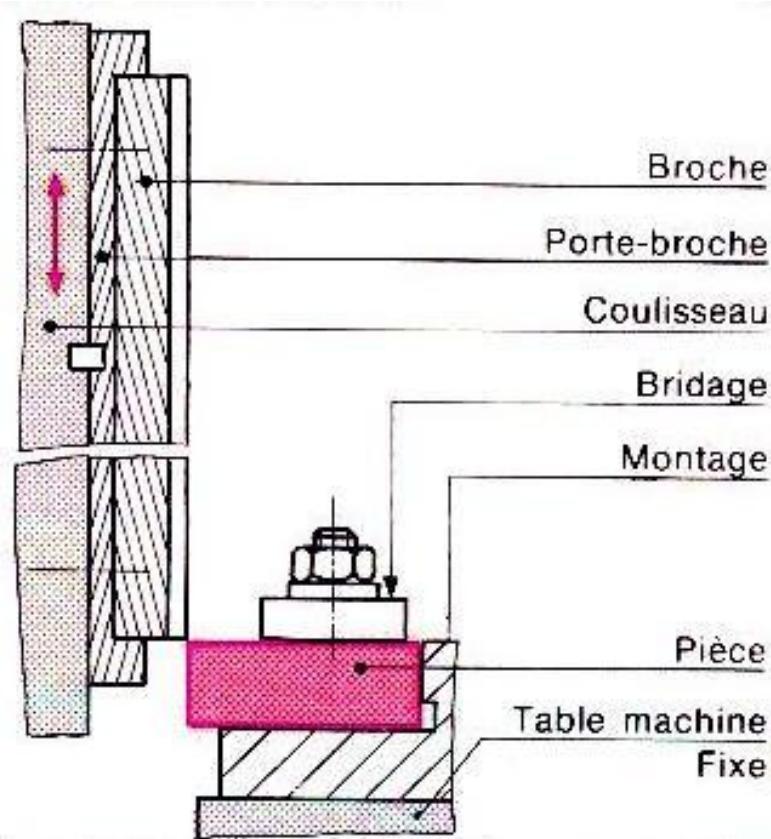


c) formes dentées



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage d'extérieur :



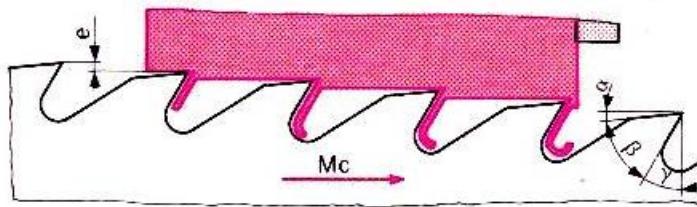
Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage :

Outils broche:

Les dents augmentent de hauteur (e) progressivement, de telle sorte que chacune entaille plus profondément la pièce que celle qui la précède.



Exemple de progressions e :

Matière	Ebauche	1/2 finition	Finition
Aciers jusqu'à 70 daN/mm ²	0.06	0.04	0.02
Fontes	0.2	0.08	0.02
Bronzes-Laitons	0.3	0.16	0.02
Alliages d'aluminium	0.15	0.12	0.02

Selon l'emploi une broche peut avoir :

- Progression différentes (une pour l'ébauche, une pour la demi-finition et une autre pour la finition par exemple).
- Une progression constante (par exemple pour des surfaces à finir)

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Brochage :

Vitesse de coupe en m/min (broche en acier rapide) :

Matière	Aciers R≤60	Acier R≤90	Fonte	Alliage d'Al.	Bronzes Laitons
Brochage intérieur	2 à 4	1.5 à 3	2 à 4	4 à 6	3 à 6
Brochage extérieur	4 à 6	2 à 5	5 à 8	6 à 10	6 à 10

Lubrification:

Elle a deux fonctions importantes :

- Pour la broche refroidir l'arête de coupe et faciliter le glissement puis l'enroulement du copeau,
- Pour tout le poste, celle d'évacuer tous les copeaux et assurer la propreté des appuis de référence.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

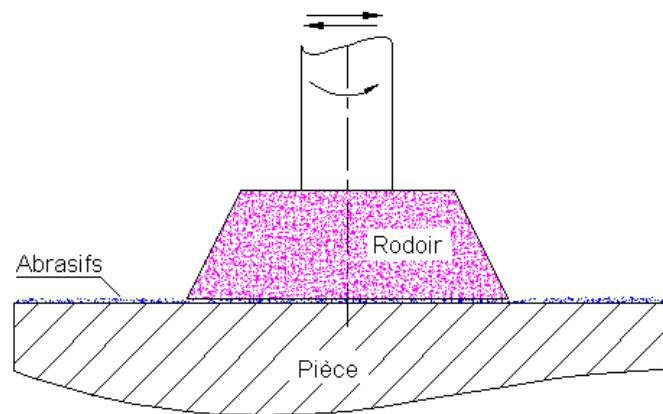
Rodage :

Ce procédé permet de parachever, par abrasion, **la rugosité des surfaces** jusqu'au «poli-miroir».

Le rodoir:

Le rodoir est animé d'un mouvement de rotation beaucoup plus lente qu'en rectification et d'un mouvement rectiligne alternatif parallèle à la surface à roder.

Parfois le rodoir est remplacé par la pièce avec laquelle la pièce à roder va entrer en service. On rode les deux pièces ensemble (Roues d'engrenage).



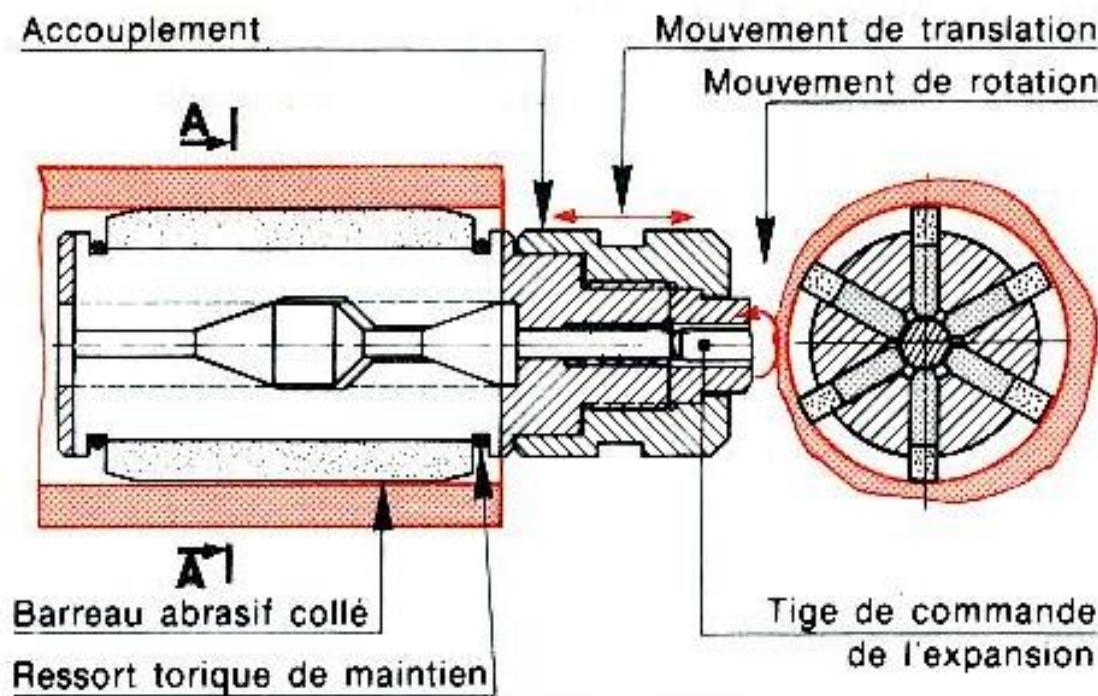
Lubrification :

Lubrification abondante d'huile minérale et de pétrole mélangés ou employés seuls.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Rodage :

Rodage d'alésage:



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

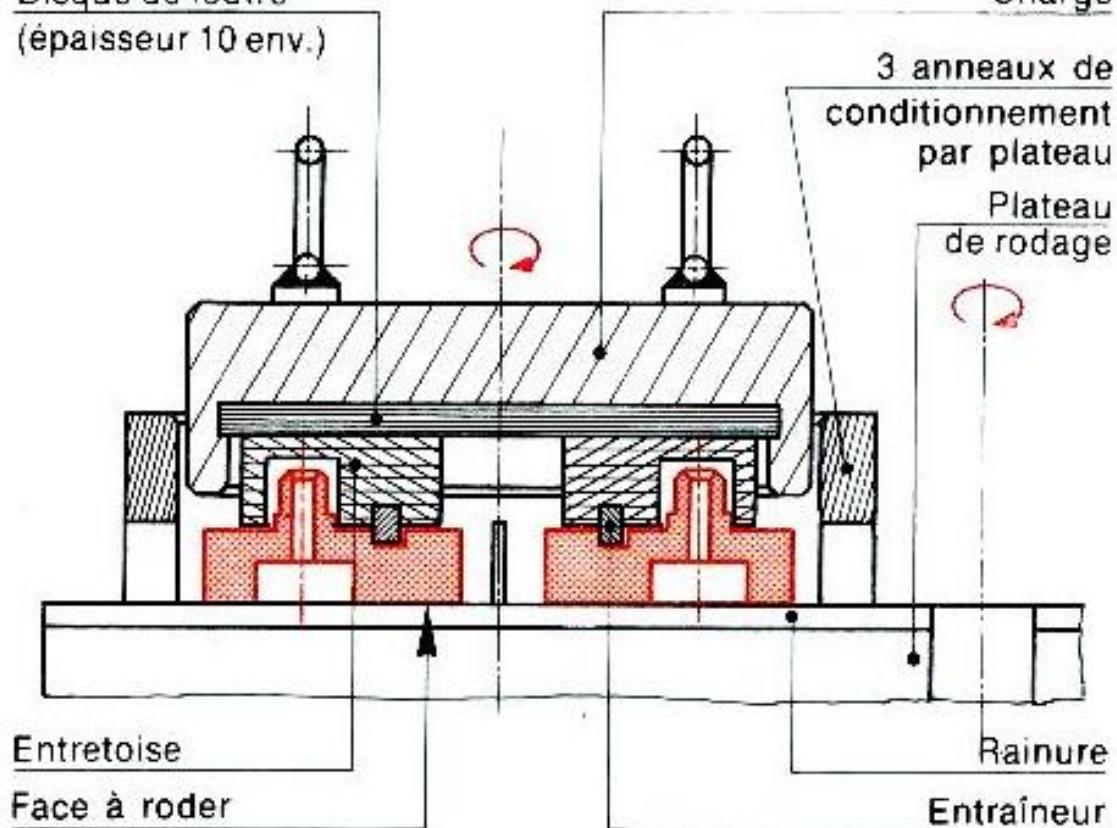
Rodage :

Rodage plan:

RODAGE PLAN

Disque de feutre

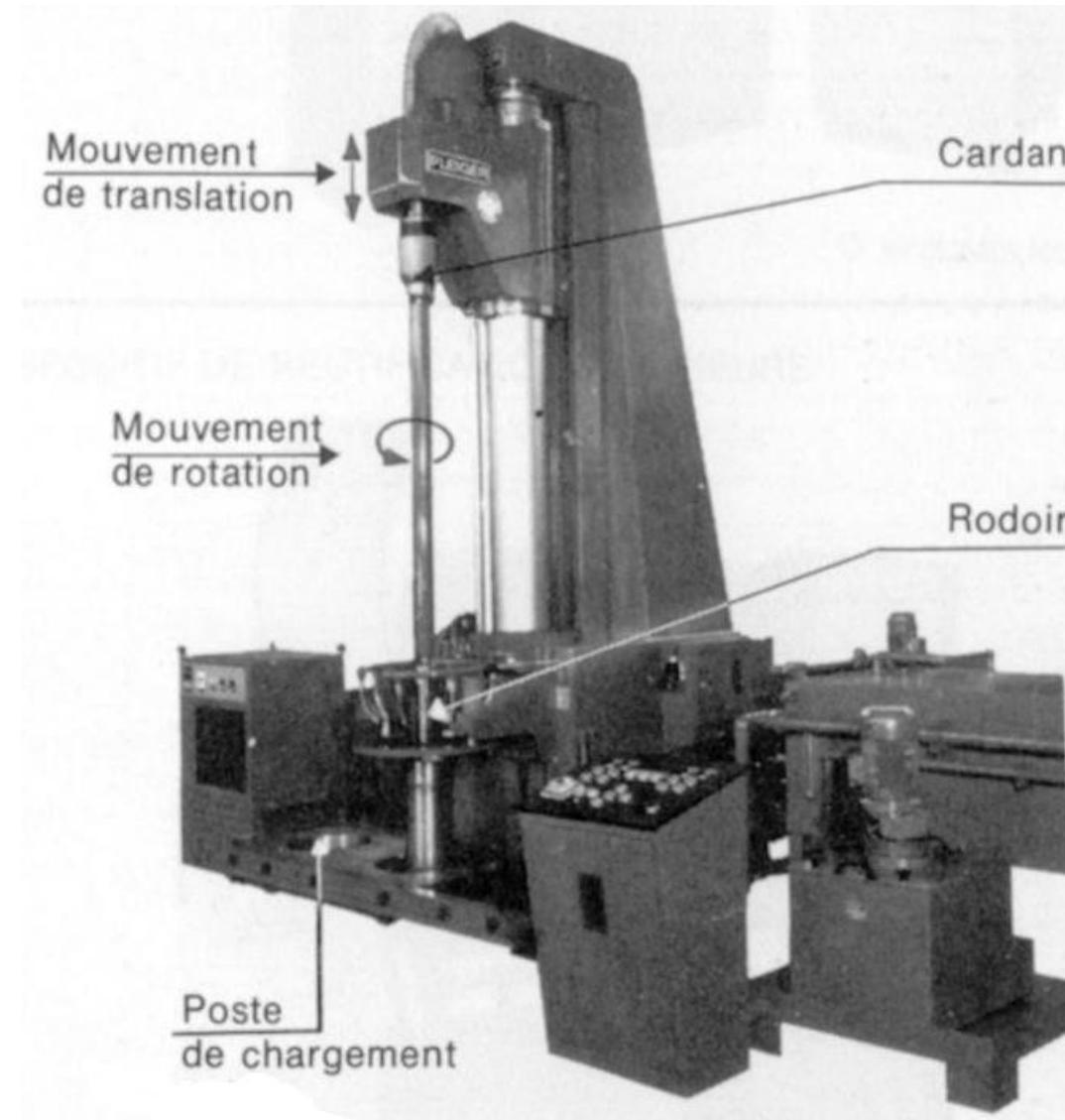
(épaisseur 10 env.)



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Rodage :

Machine à roder les alésages:



Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Rodage :

Possibilités

État de surface	0.025 < Ra < 0.8
Précision	0.001 à 0.005
Circularité	0.001 à 0.01
Planéité	0.0005 à 0.04

Principaux abrasifs

Carbure de silicium	Pratiquement universel
Corindon	Aciers, aciers chromés durs
Diamant	Aciers inoxydables, aciers à outils, carbures, céramiques

Grosseur des grains

Ebauche	Ra ≤ 0.8	60-80-120-180
Finition	Ra < 0.4	220-320-400
Superfinition	Ra < 0.1	500-600-1200

Technologie des fabrications mécaniques

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Rodage :

Conditions de coupe:

Matériaux	Vitesse de rotation m/mn	Vitesse de translation m/mn
Aciers	35	15
Aciers à outils	45	8
Fontes grises	45	18
Carbures	40	12
Pression de rodage	1 à 5 bars	

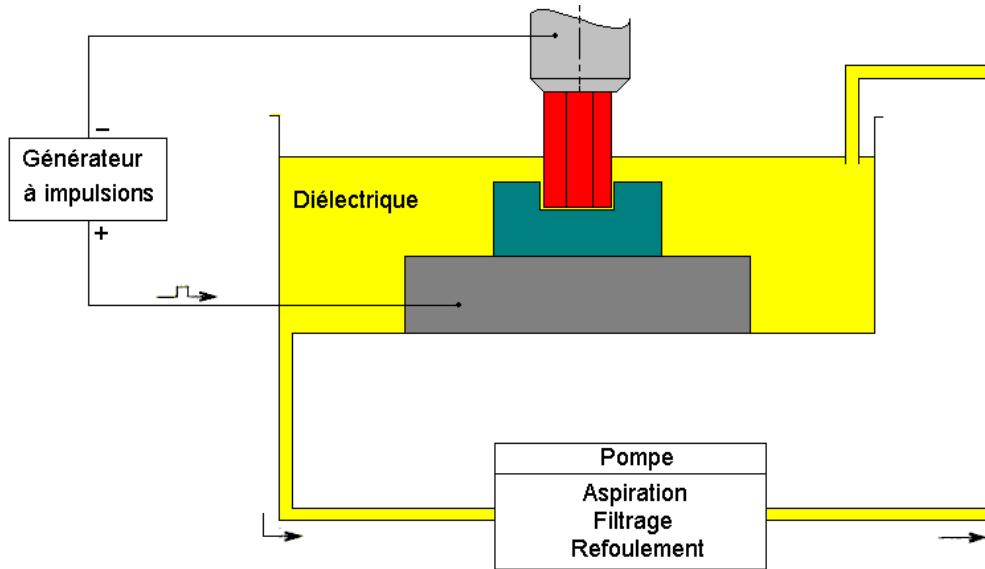
Applications :

Pistons, chemises, maîtres-cylindres, cylindre de vérins, etc.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par électroérosion :

Enlèvement de la matière par une succession de décharges électriques, avec outil de forme ou outil d'enveloppe.



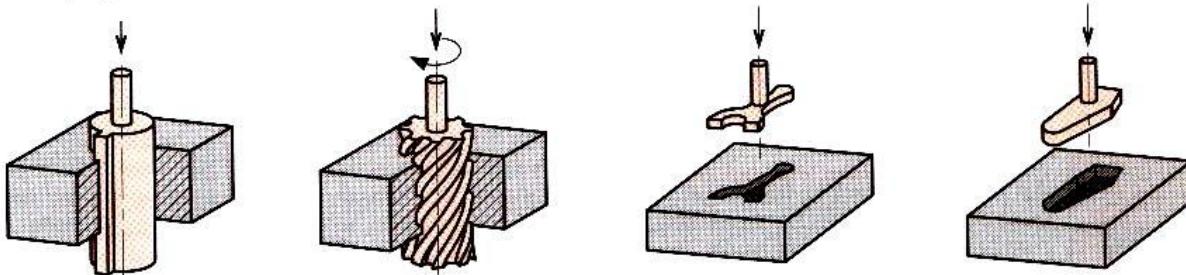
- La pièce est reliée à l'anode et l'outil à la cathode.
- Le générateur à impulsion fournit des décharges électriques (30000 à 50000°C) qui provoquent l'érosion de l'empreinte à réaliser sur la pièce.
- La durée et la tension des décharges sont fonction du matériau de la pièce et de la précision demandée

Technologie des fabrications mécaniques

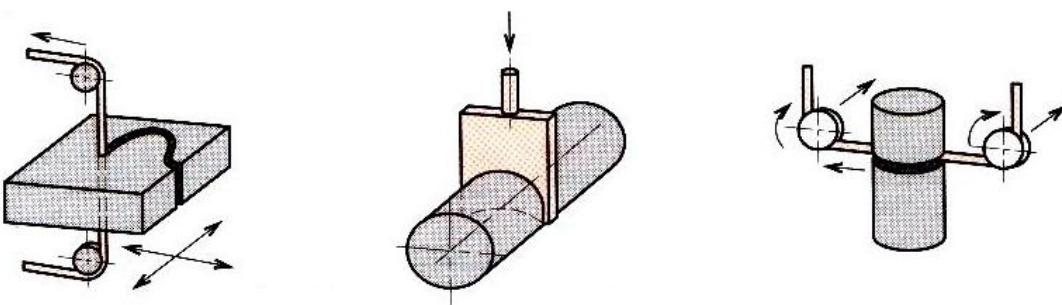
- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par électroérosion :

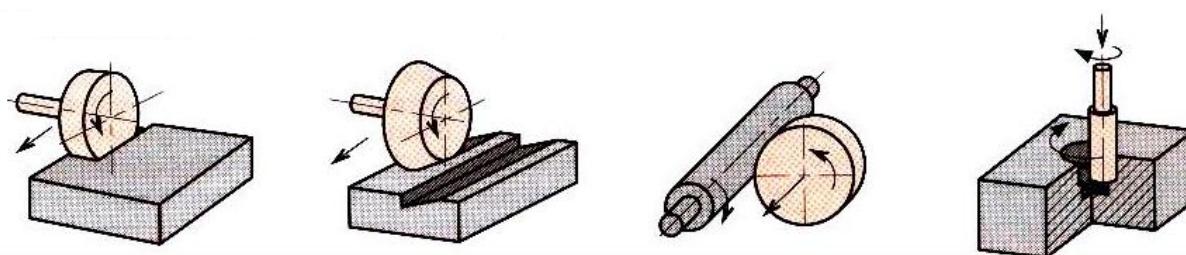
Enfonçage



Découpage



Rectification



- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par électroérosion :

Ce procédé est caractérisé par les propriétés suivantes :

- Usinage de matériaux trempés et durs impossibles à usiner avec les procédés par enlèvement de copeaux ;
- Usinage continu de formes tridimensionnelles (l'outil pénètre dans la pièce et il y laisse sa forme complémentaire).

Exemple d'application

- Matrices d'outillages de presse ;
- Moules métalliques ;
- Estampages ;
- Profilages d'outils de forme en carbure ;
- Micro-usinages.

Le procédé ne s'applique qu'aux matières conductrices de l'électricité.

- Elaboration des métaux
- Fonderie
- Mise en forme par enlèvement de matière
- Mise en forme par déformation plastique
- Techniques d'assemblages : Soudage
- Traitements et revêtement superficiels

Usinage par électroérosion :

Caractéristiques des matériaux pour électrodes :

- Difficiles à usiner par électroérosion, mais faciles à usiner par les procédés conventionnels
- Haute température de fusion et de vaporisation
- Haute diffusivité thermique, pour évacuer le plus possible d'énergie par conduction ;

- Les graphites ;
- Le cuivre et ses alliages ;
- Le molybdène, le tungstène et ses alliages.