

LE TOURNAGE

SOMMAIRE

1- Les machines de tournage:

- Les tours parallèles. page 2
- Les tours à copier. page 3
- Les tours semi-automatiques page 3
- Les tours automatiques page 3
- Les tours automatiques multibroches page 3
- Les tours à commande numérique page 3

2- Définitions des opérations de tournage:

- Chariotage page 4
- Alésage page 4
- Dressage page 4
- Perçage page 4
- Rainurage page 4
- Chanfreinage page 4
- Tronçonnage page 4
- Filetage page 4

3- Les plaquettes d'outils:

- Les plaquettes page 5
- Le corps d'outil page 5
- Les différentes formes de plaquettes page 5
- Les plaquettes réversibles page 5

4- Les outils de tournage: Désignation, mode d'action et cycle de travail.

- Les outils à charioter page 6
- Le outils à dresser page 6
- Les outils à aléser-dresser page 7
- Les outils à aléser page 7
- Les outils à aléser-dresser page 8
- Les outils à rainurer page 8
- Les outils à tronçonner page 8
- Les outils à fileter page 8

5- Les portes pièces:

- Les portes pièces standards page 8
- Les portes pièces dédiés page 9

6- Réalisation et caractéristiques des montages portes pièces:

- Montages en l'air page 9
- Montage mixte page 10
- Montage entre-pointes page 10
- Montage en expansible page 10

7- Conditions de coupe:

- Vitesses de coupe page 11
- Vitesses d'avance page 11

En tournage on réalisera toutes les surfaces de révolution, y compris les plans lorsque la trajectoire du point générateur est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

1- Les machines de tournage:

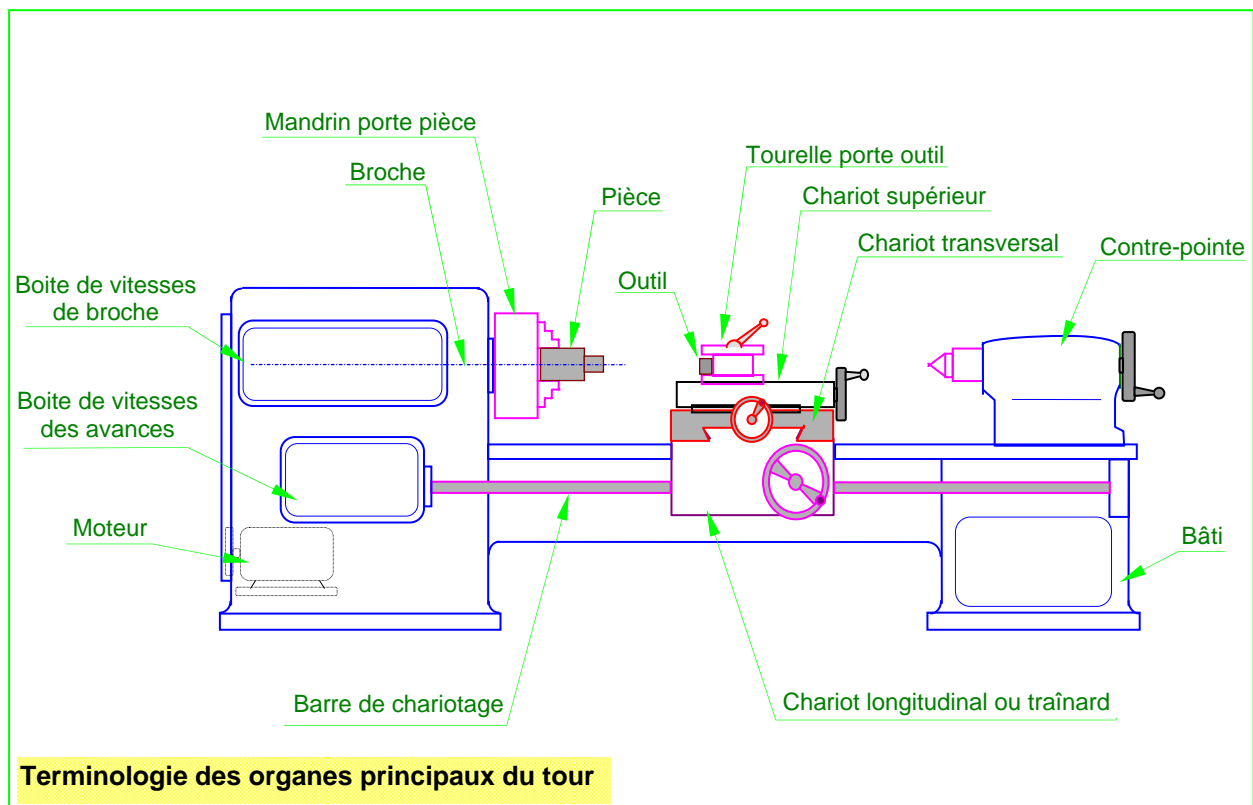
Les machines outils les plus courantes utilisées pour le tournage sont:

Les tours parallèles à charioter et à fileter:

Ces machines sont utilisés pour les travaux unitaires ou de petites et moyennes série sur des pièces très simples.

Ces tours sont peu flexibles.

Seules les surfaces dont les génératrices sont parallèles ou perpendiculaires à l'axe de la broche sont réalisables en travail d'enveloppe.



Terminologie des organes principaux du tour

Les tours à copier:

Ils permettent l'usinage de pièces par reproduction, à partir d'un gabarit, grâce à un système de copiage hydraulique qui pilote le déplacement du chariot transversal.

C'est une machine assez flexible qui peut convenir pour des travaux de petites à grandes séries.

La génératrice des surfaces de révolution peut être quelconque.

Les tours semi-automatiques:

Ce sont des tours équipés d'un traînard semblable à celui d'un tour parallèle avec une tourelle hexagonale indexable munie de 6 postes d'outils animée d'un mouvement longitudinal contrôlé par des butées.

Les outillages spécialement conçus pour la machine permettent des opérations simples et précises.

La commande de ces tours peut être manuelle ou en partie automatique.

La flexibilité de ces machines est très limitée. On les utilisera pour des travaux de moyenne série.

Les tours automatiques:

Plusieurs outils sont montés tangentiellement à la pièce. Les mouvements sont obtenus par des cames qui donnent la vitesse d'avance et la course de chaque outil. Une came est spécifique à une opération et à une pièce.

Ces tours sont entièrement automatiques.

Ces machines n'ont aucune flexibilité. Elle conviennent pour les très grandes séries.

Les tours automatiques multibroches:

Ce type de tour comportera par exemple huit broches. Huit outils soit un par broche travaillent en même temps et effectuent une opération différente. Ce sont les broches qui tournent d'un huitième de tour pour présenter la pièce devant l'outil suivant. Lorsque les broches ont effectuées un tour complet la pièce est terminée.

Il est possible de travailler dans la barre.

Sur ce type de tour les réglages sont longs et le temps de passage d'une série à l'autre immobilise la machine. Ce tour sera réservé pour les grandes et très grandes séries à des pièces de dimensions réduites à cause de l'espacement entre les broches.

Les tours à commande numérique:

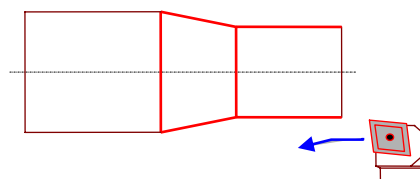
Comme en copiage la génératrice de la pièce peut être quelconque mais ici la trajectoire de l'outil est obtenue par le déplacement simultané de deux axes dont les positions successives sont données par un calculateur travaillant à partir d'un programme propre à la pièce. Ces tours sont équipés d'un magasin d'outils et éventuellement d'un système de chargement des pièces.

La flexibilité de ces machines est très grande et particulièrement bien adapté pour le travail unitaire ou les petites séries répétitives.

2- Définitions des opérations de tournage:

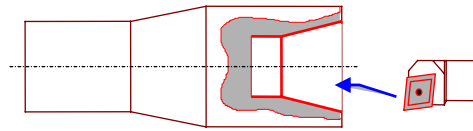
Chariotage:

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.



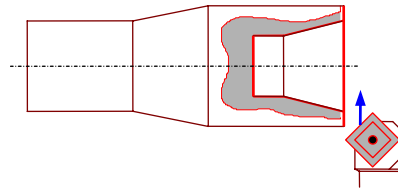
Alésage:

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.



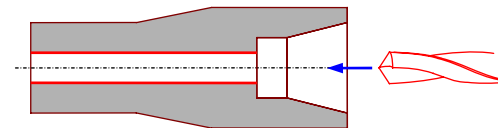
Dressage:

Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.



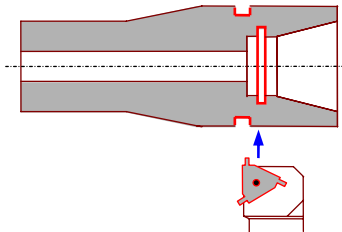
Percage:

Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'un forêt.



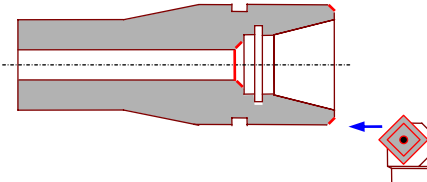
Rainurage:

Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un circlips ou d'un joint torique par exemple.



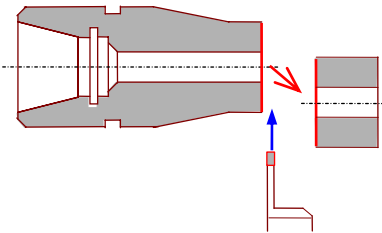
Chanfreinage:

Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.



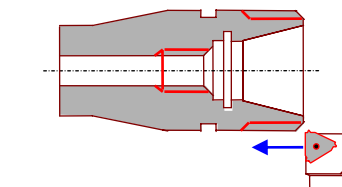
Tronçonnage:

Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.



Filetage:

Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.



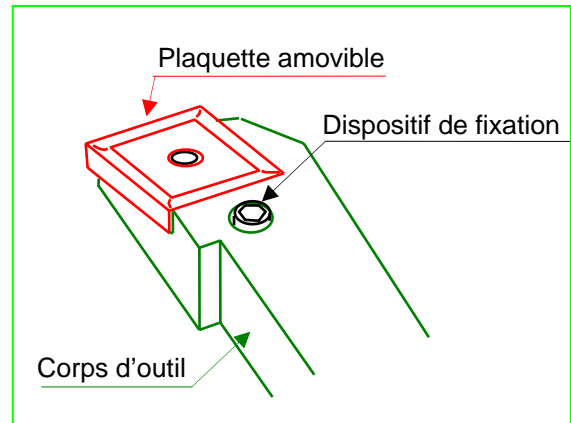
3- Les plaquettes d'outils:

Les outils les plus répandus sont constitués d'une plaquette amovible montée sur un corps d'outil.

Les plaquettes:

Les formes de la plaquette définissent les angles β , ϵ_r et le rayon de bec r_ϵ .

Pour une meilleure résistance de la plaquette, le rayon de bec r_ϵ et les angles β et ϵ_r seront maximum.



Le corps d'outil:

La position de la plaquette sur le corps d'outil détermine les angles α , γ , λ_s et K_r .

Les différentes formes de plaquettes:

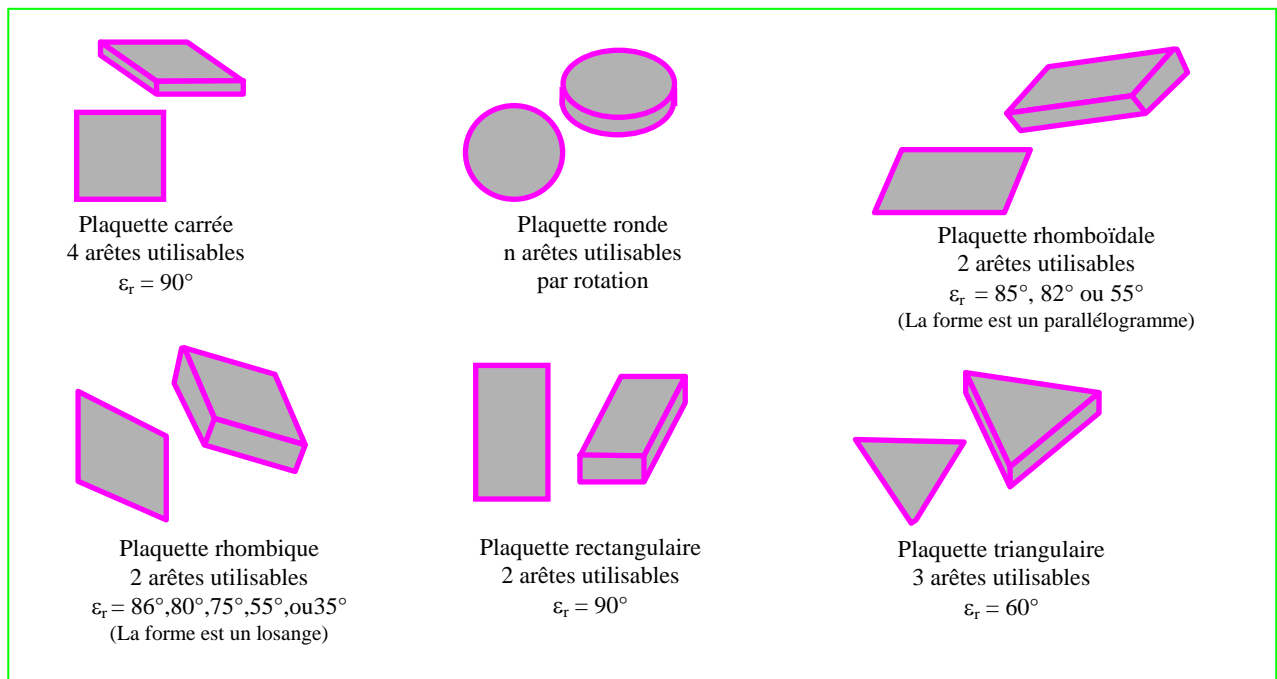
On utilise principalement des plaquettes de formes carré, ronde, rectangulaire, rhombique, rhomboïdale, triangulaire.

La forme de la plaquette est choisie en fonction des surfaces à obtenir et du cycle de travail.

Si plusieurs formes conviennent on choisira celle qui donne la meilleure résistance mécanique (ϵ_r maximum).

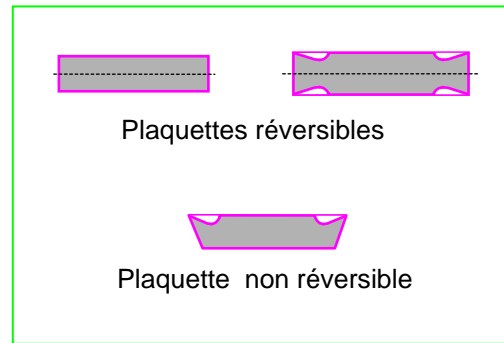
Si le critère résistance n'est pas prépondérant, on choisira la plus économique, c'est à dire celle qui permet de disposer du maximum d'arêtes utilisables (plaquette carrée).

Il existe également des plaquettes de formes hexagonale, octogonale et pentagonale.



Les plaquettes réversibles:

Une plaquette est dite réversible si elle présente un plan de symétrie parallèle à ses deux faces les plus importantes. Elle peut alors être retournée sur son corps d'outil et voit le nombre de ses arêtes doublé, ce qui la rend particulièrement intéressante du point de vue économique. Ainsi une plaquette carrée passe de 4 à 8 arêtes utilisables.

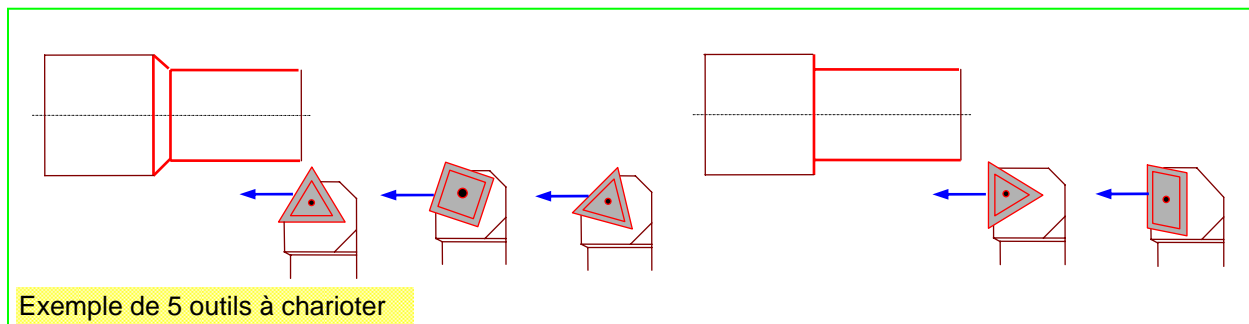


4- Les outils de tournage: Désignation, mode d'action et cycle de travail.

Pour la réalisation des diverses opérations de tournage on dispose des outils suivants:

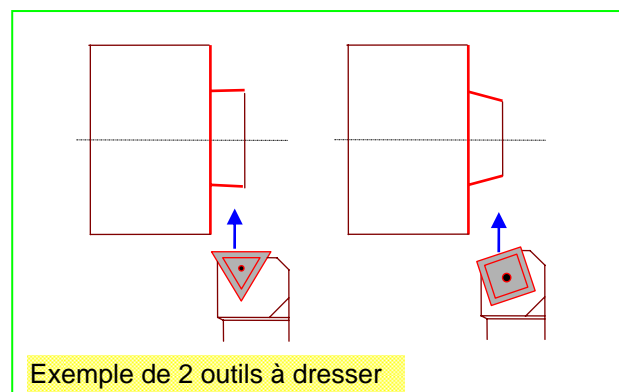
Les outils à charioter:

Une seule direction de travail possible pour la réalisation de cylindres ou de cônes extérieurs. Si la pièce comporte un épaulement on obtient une surface en travail d'enveloppe et une surface en travail de forme.



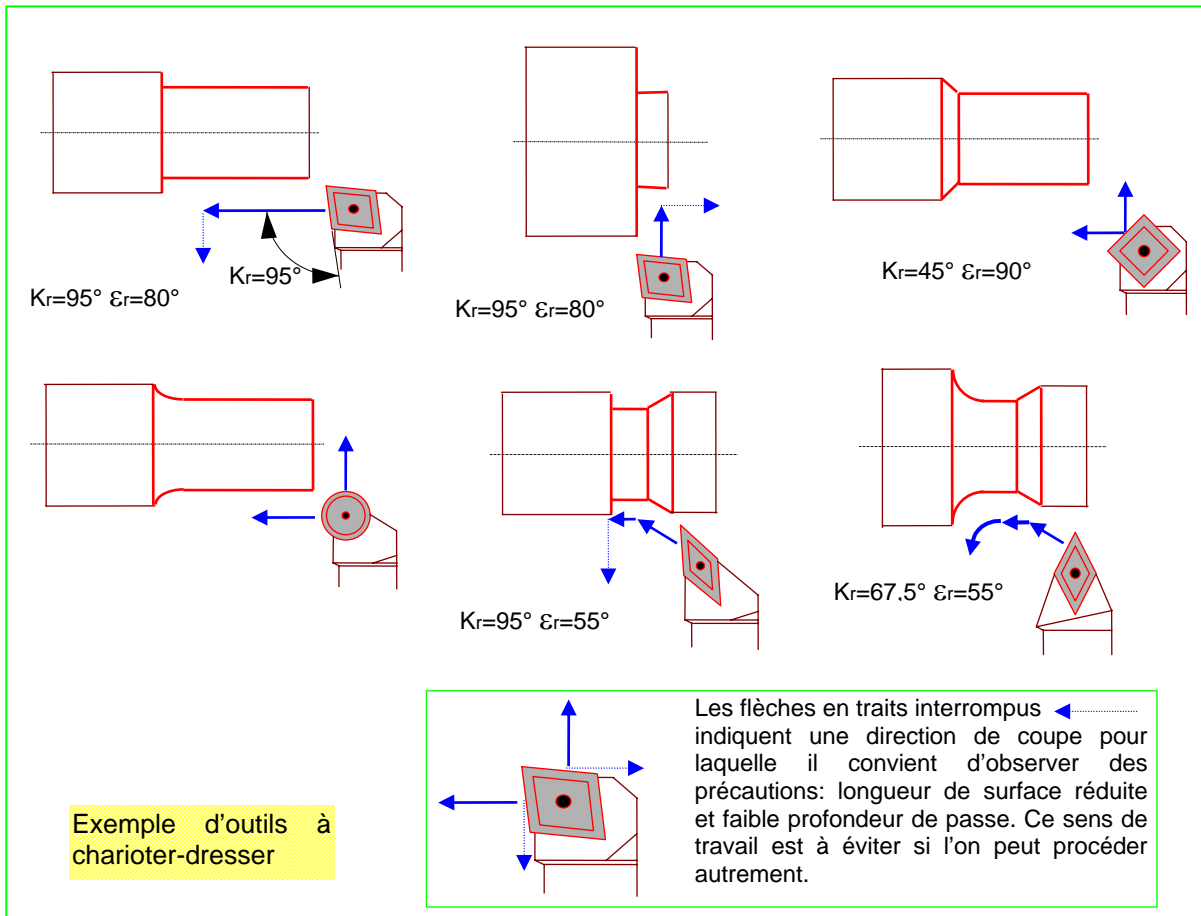
Les outils à dresser:

Une seule direction de travail possible perpendiculaire à l'axe de la pièce pour la réalisation de surfaces planes extérieures. Si la pièce comporte un épaulement on obtient une surface en travail d'enveloppe et une surface en travail de forme.



Les outils à charioter - dresser:

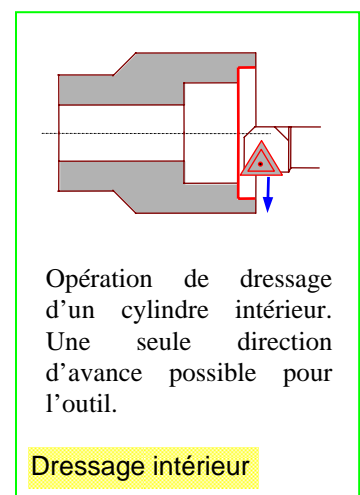
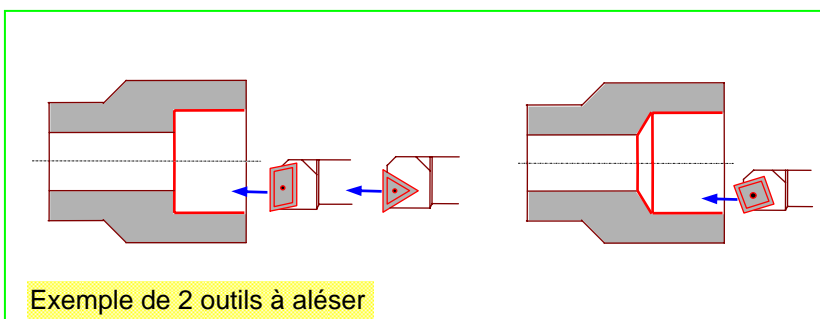
Au minimum deux directions possibles de travail permettant à ces outils d'effectuer des opérations de chariotage et de dressage de surfaces extérieures en travail d'enveloppe.



Pour les opérations d'alésage on retrouve les mêmes principes que pour les outils d'extérieurs.

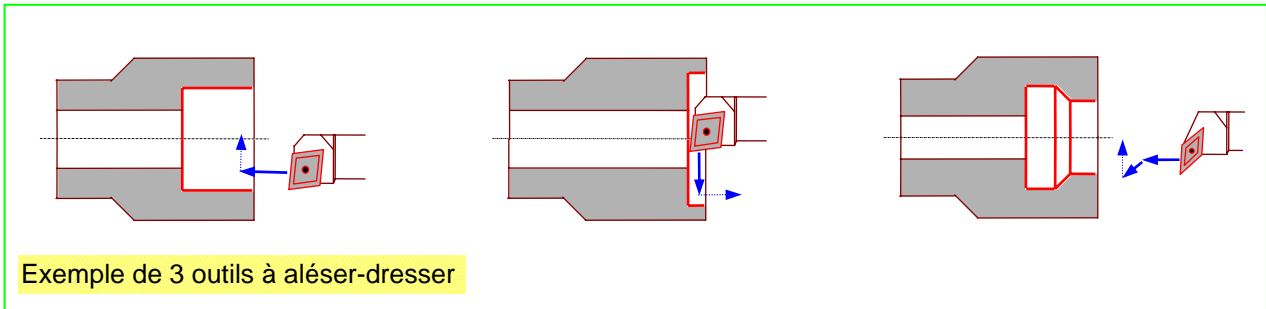
Les outils à aléser:

Une seule direction de travail possible pour la réalisation de cylindres ou de cônes intérieurs.



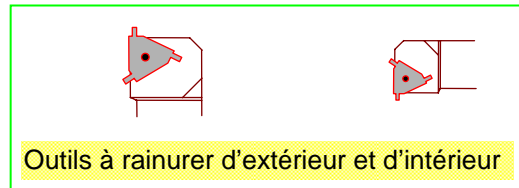
Les outils à aléser - dresser:

Au minimum deux directions possibles de travail permettant à ces outils d'effectuer des opérations d'alésage et de dressage de surfaces intérieures.



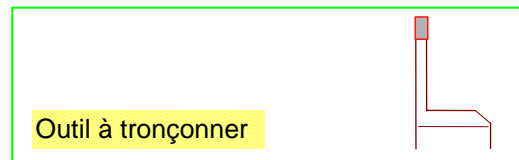
Les outils rainurer:

Pour la réalisation des opérations de rainurage.



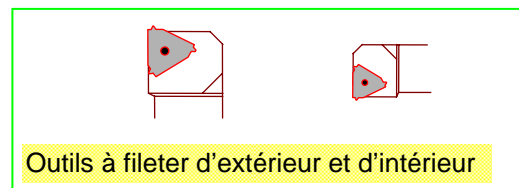
Les outils à tronçonner:

Pour la réalisation des opérations de tronçonnage.



Les outils à fileter:

Pour la réalisation des opérations de filetage.



5- Les portes pièces:

Les portes pièces standards:

Ils font partie de l'équipement standard des tours. Ce sont:

Les mandrins à serrage par mors:

Ils comportent 2, 3 ou 4 mors. Ces mors peuvent être à serrage concentriques ou indépendants.

On peut monter des mors durs ou des mors doux. Les mors doux sont des mors non trempés afin de permettre à l'utilisateur de les usiner pour adapter leurs formes à celles de la pièce ou pour réaliser une coaxialité plus précise qu'avec des mors durs.

La prise de pièce en mandrin peut se faire par l'extérieur ou par l'intérieur des mors

Les mandrins expansibles:

Il assurent à la fois la mise en position et le maintien en position par l'intérieur ou par l'extérieur de pièces courtes ou longues. On utilise pour leurs constructions une ou plusieurs pièces déformables. Le type le plus classique est le mandrin à pinces que l'on retrouve comme support d'outils pour des fraises à queue cylindrique.

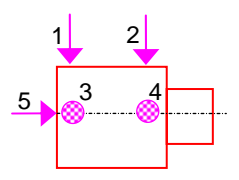
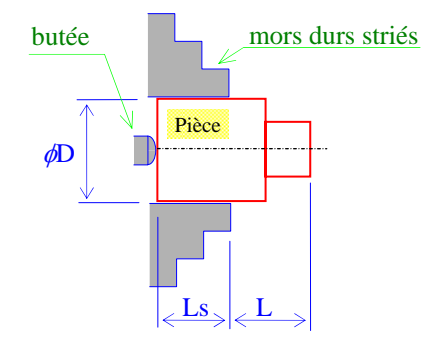
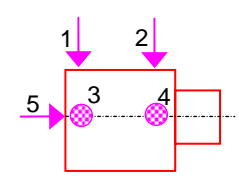
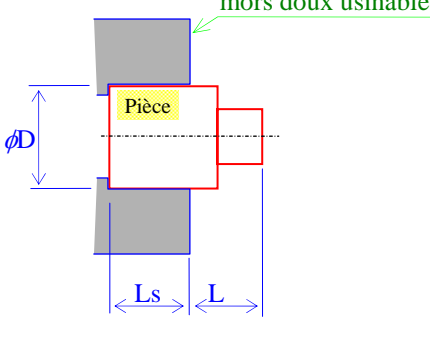
Les portes pièces dédiés:

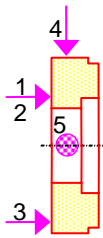
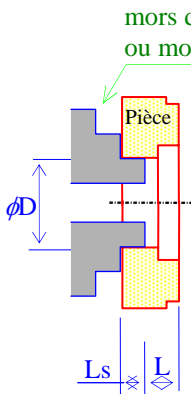
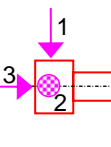
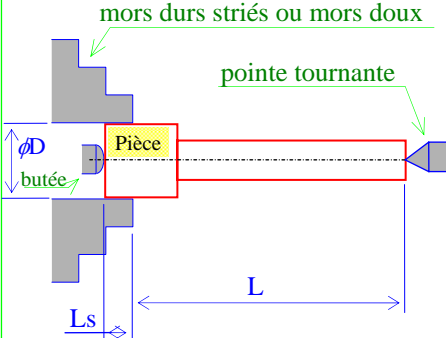
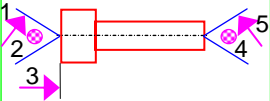
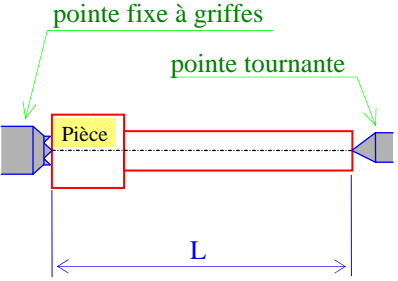
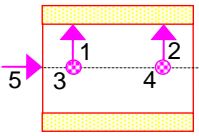
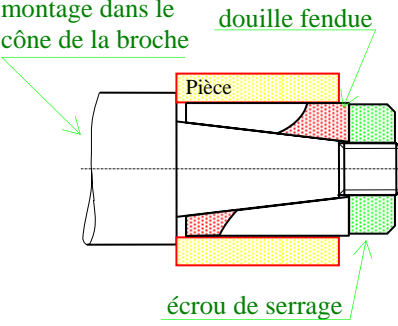
Il s'agit de montages de reprise spécialement étudiés et réalisés pour une phase d'usinage.

Ils se montent soit à la place du mandrin en utilisant les même surfaces de référence que lui soit sur le plateau lisse (appareillage standard du tour). Dans ce dernier cas le montage pourra être installé sur n'importe quel tour ce qui n'est pas le cas de la solution précédente: La liaison mandrin-broche étant différente d'un modèle de tour à l'autre.

6- Réalisation et caractéristiques des montages portes pièces:

Il s'agit des différents montages que l'on peut réaliser à l'aide des équipements standards du tour.

Type de montage	Modélisation de la liaison	Schéma du montage	Accessoires utilisés	Erreur de reprise (coaxialité)
Montage en l'air	 <p>Pour le respect de la liaison L_s ne doit pas être inférieure à 0,7 D. $L_s > D$ souhaitable</p>	 <p>butée mors durs striés Pièce ϕD L_s L</p>	<p>Mandrin <u>3 mors durs</u> à serrage concentrique + butée</p> <p>L doit être limitée en fonction des efforts de coupe et du diamètre de la pièce</p>	0,1maxi
Montage en l'air	 <p>Pour le respect de la liaison L_s ne doit pas être inférieure à 0,7 D. $L_s > D$ souhaitable</p>	 <p>mors doux usinables Pièce ϕD L_s L</p>	<p>Mandrin <u>3 mors doux</u> à serrage concentrique</p> <p>L doit être limitée en fonction des efforts de coupe et du diamètre de la pièce</p>	0,05maxi

Type de montage	Modélisation de la liaison	Schéma du montage	Accessoires utilisés	Erreur de reprise (coaxialité)
Montage en l'air (prise de pièce par l'intérieur)	 <p>Pour le respect de la liaison L_s ne doit pas être supérieure à $0,5 D$ $L_s < 0,5 D$</p>	 <p>mors durs striés ou mors doux</p> <p>ØD</p> <p>L_s</p> <p>L</p>	<p>Mandrin 3 mors durs ou doux à serrage concentrique</p> <p>L doit être limitée en fonction des efforts de coupe et du diamètre de la pièce</p>	<p>0,1maxi (m.durs)</p> <p>0,05maxi (m.doux)</p>
Montage mixte	 <p>Pour le respect de la liaison L_s ne doit pas être supérieure à $0,5 D$ $L_s < 0,5 D$</p>	 <p>mors durs striés ou mors doux</p> <p>pointe tournante</p> <p>butée</p> <p>ØD</p> <p>L_s</p> <p>L</p>	<p>Mandrin à serrage concentrique (3 mors durs + butée) ou (3 mors doux) + pointe tournante</p> <p>L doit être limitée en fonction des efforts de coupe et du diamètre de la pièce</p>	<p>0,1maxi (m.durs)</p> <p>0,05maxi (m.doux)</p>
Montage entre pointes		 <p>pointe fixe à griffes</p> <p>pointe tournante</p> <p>L</p>	<p>Pointe fixe à griffes pour assurer l'entraînement de la pièce + pointe tournante</p> <p>L doit être limitée en fonction des efforts de coupe et du diamètre de la pièce</p>	<p>0,01maxi</p>
Mandrin expansible		 <p>montage dans le cône de la broche</p> <p>douille fendue</p> <p>écrou de serrage</p> <p>Exemple de mandrin expansible</p>	<p>Mandrin expansible à douille fendue monté dans le cône de la broche du tour</p>	<p>0,01maxi</p>

7- Conditions de coupe:

ATTENTION: Les valeurs ci-dessous sont des ordres de grandeur donnés à titre indicatif pour les travaux unitaires.

Vitesses de coupe:

$$n = \frac{V_c}{\pi D}$$

n: fréquence de broche en tours/min
V_c: vitesse de coupe en m/min
D: diamètre usiné en m

Vitesses de coupe indicatives pour un outil en acier rapide:

- aciers courants: 20 à 25 m/min en ébauche
25 à 30 m/min en finition
- fontes grises 18 m/min
- cuivre 35 m/min
- aluminium et alliages 80 m/min
- bronzes et laitons 40 m/min

Pour le tronçonnage, le rainurage et l'alésage réduire la vitesse d'un tiers.

Vitesses de coupe indicatives pour un outil carbure:

- de 80 à 1000 m/min (on devra limiter la vitesse de coupe à 140 m/min environ à cause du manque de puissance et de rigidité de nos machines universelles).

Vitesses d'avance:

f est exprimé en mm/tour de broche.

Valeurs indicatives:

- pour un outil en acier rapide:
 - 0,1 à 0,3 en ébauche
 - 0,05 à 0,2 en finition
- pour un outil carbure:
 - 0,2 à 0,4 en ébauche
 - 0,1 à 0,2 en finition.