

Résumé Semaine 6

Principes fondamentaux de la cotation

Dr. S. Soubielle

Principes de la cotation (1/2)

- **Fonction de la cotation**

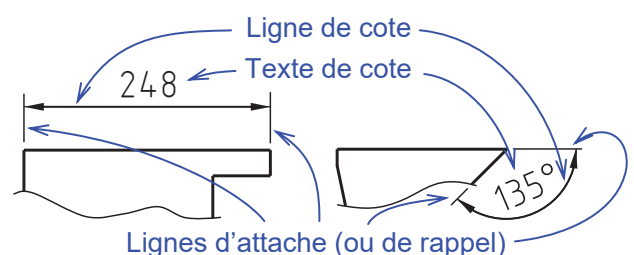
- Spécifier les dimensions (cotes) de la pièce
- Une cote a valeur d'exigence (pour la production)
- **Exception : cote auxiliaire « (...) » → donnée à titre indicatif**

- **Règles à respecter**

- Information complète, mais non redondante / surabondante
- Cotation sur traits interrompus fins → **⚠ INTERDITE ⚠**
- Toujours indiquer les cotes d'encombrement

- **Construction d'une cote**

- À l'extérieur du contour de la pièce (si possible)
- mm = unité par défaut (linéaire)



Procédés de fabrication par usinage

Physique de la coupe,
tournage & fraisage,
matériaux, formes et défauts

Dr. S. Soubielle



Dans ce cours, nous allons...

... Définir la physique de coupe en usinage

- ... Mouvements outil / matière et formation du copeau
- ... Sollicitations sur l'outil et matière de l'outil

... Décrire les procédés de tournage et de fraisage

- ... Mouvements de l'outil / de la pièce dans la machine
- ... Opérations de tournage / de fraisage et topologie de pièce
- ... Paramètres d'usinage et qualité des surfaces usinées

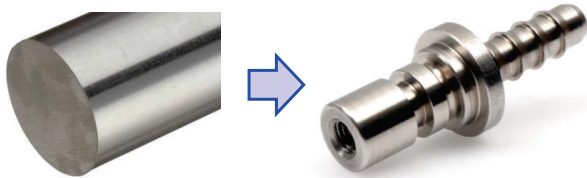
... Design et mise en plan de pièces usinées

- ... Limitations de forme, design vs. coût de fabrication

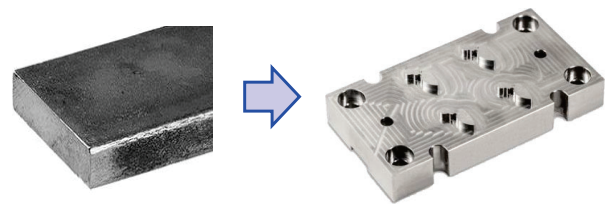
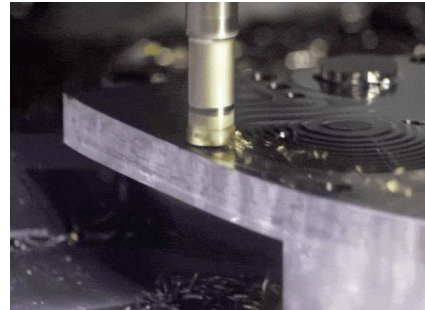
Principe et types d'usinage

Usinage = Fabrication par enlèvement de matière

Tournage

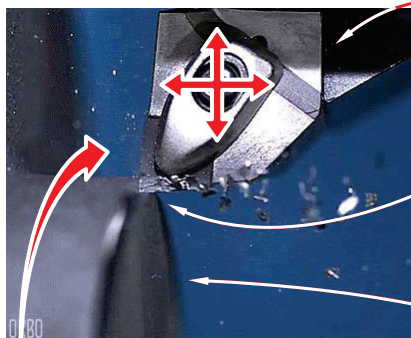


Fraisage



Outil de coupe et mouvements outil / pièce

Tournage



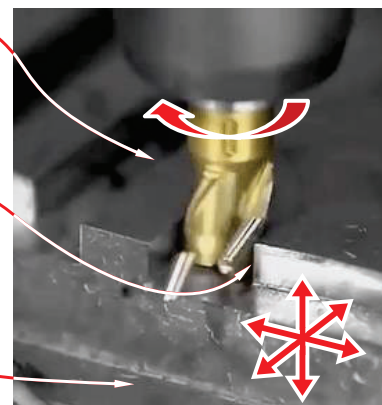
Matière à usiner

→ En rotation (axe fixe)

Outil de coupe

→ En translation (deux axes)

Fraisage



Outil de coupe

→ En rotation

+ Mouvement de translation (trois axes)

→ Sur l'outil ou sur la pièce

Outil de coupe

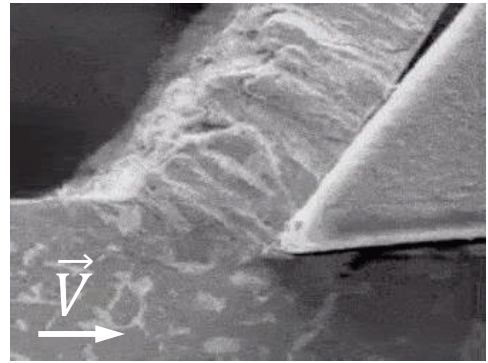
Formation du copeau

Pièce en cours d'usinage

Physique de coupe et matériau de l'outil

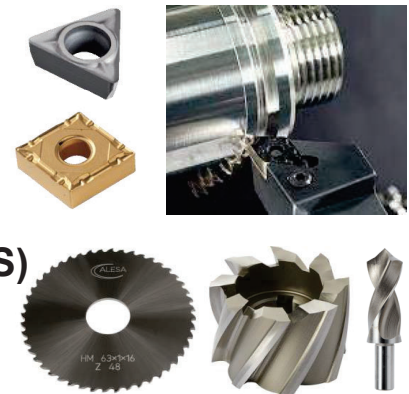
• Physique de coupe

- **Mouvement relatif matière / outil + pointe tranchante de l'outil**
→ Arrachage de matière (copeau)
- **Forte déformation locale + friction**
→ Echauffement local (→ 600-800 °C)



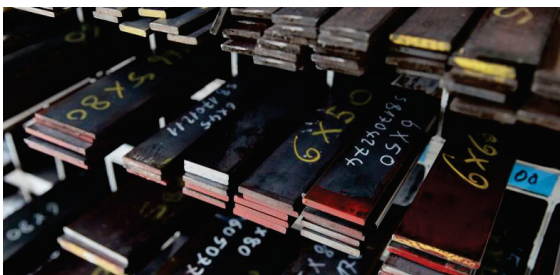
• Matière de l'outil de coupe

- **Carbures métalliques (cermet)**
 - Obtenus par frittage de poudres (WC+Co)
 - Plaquette cermet fixée sur un porte-outil
- **« Aciers rapides supérieurs » (ARS / HSS)**
 - Aciers alliés trempés
 - Grande variété de formes



Matières pouvant être usinées

• Métaux (principaux)



Métaux ferreux (aciers & fontes)

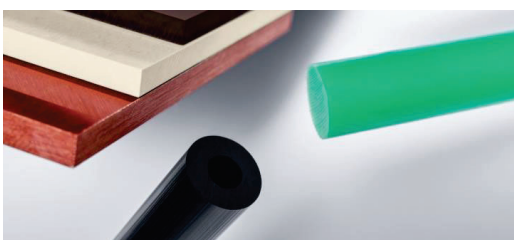


Aluminiums



Laitons

• Autres



Matières plastiques « dures »



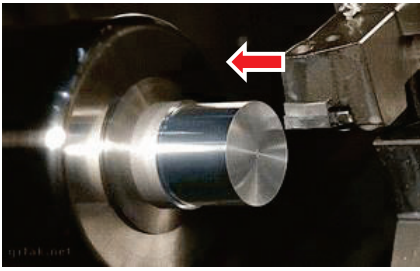
Bois



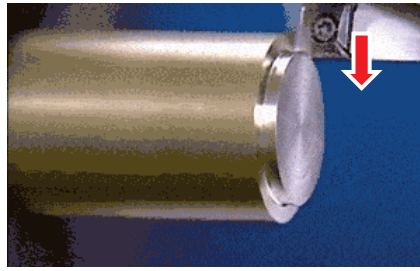
Céramiques

Terminologie et typologie en usinage

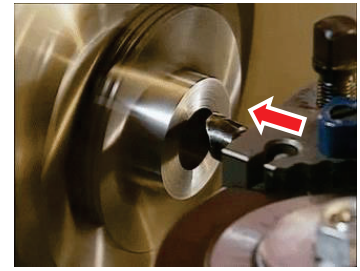
• Opérations en tournage (terminologie)



chariotage



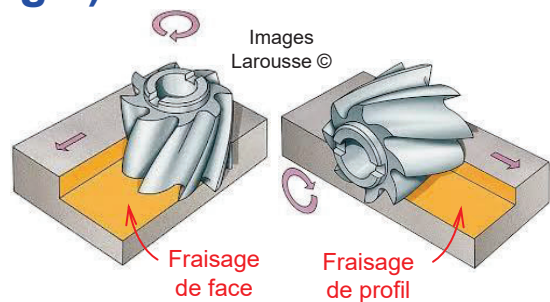
dressage



alésage

• Opérations en fraisage (typologie)

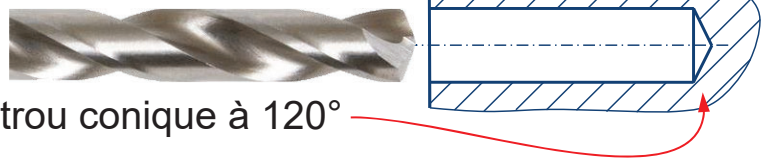
- **Fraisage de face (= en bout)**
→ Face usinée \perp à l'axe de la fraise
- **Fraisage de profil (= en roulant)**
→ Face usinée \parallel à l'axe de la fraise



Zoom sur l'opération de perçage

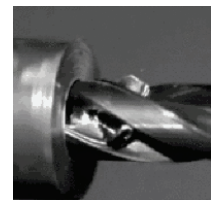
• Généralités

- Trou borgne ou débouchant / traversant
- Outil = forêt
- Si borgne → fond de trou conique à 120°
- Peut être obtenu en tournage ou en fraisage



• Limitations

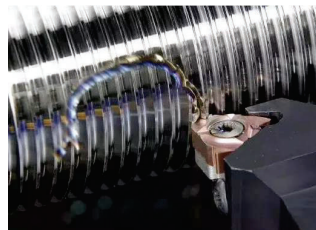
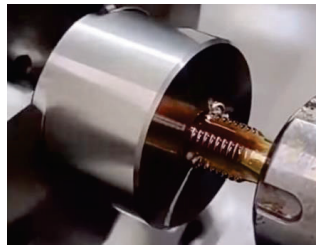
- **Evacuation difficile du copeau (espace confiné)**
- **Qualité médiocre des surfaces obtenues**
→ Finition à l'alésoir si besoin d'une bonne qualité



Zoom sur les opérations de filetage

• En tournage

- ✓ **Filetage intérieur & filetage extérieur**
- OK si axe du filetage = axe de révolution de la pièce



• En fraisage

- ✓ **Filetage intérieur**
- ✗ **Filetage extérieur**
- Impossible, sauf outillage spécifique (hors programme)



Motifs de stries des surfaces usinées

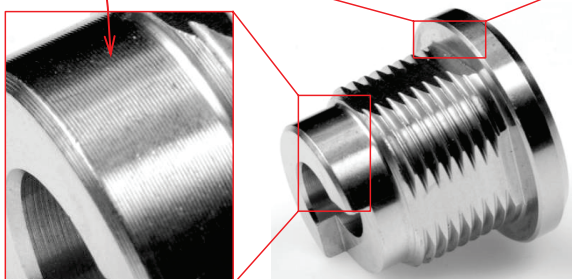
Présence de stries sur les surf. usinées

Tournage



Surfaces dressées
→ Stries concentriques

Surfaces chariotées
→ Stries parallèles



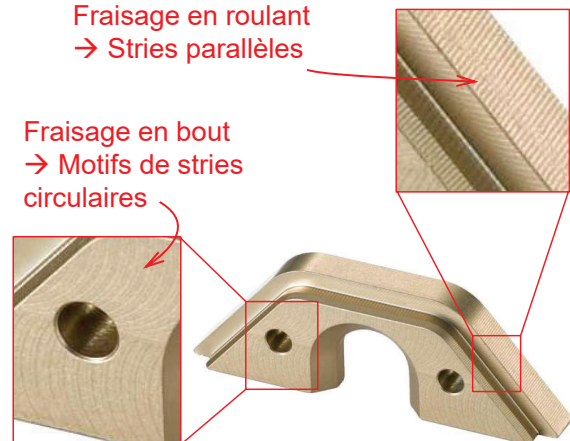
Images : www.decolletage-legendre.com

Fraisage



Fraisage en roulant
→ Stries parallèles

Fraisage en bout
→ Motifs de stries circulaires

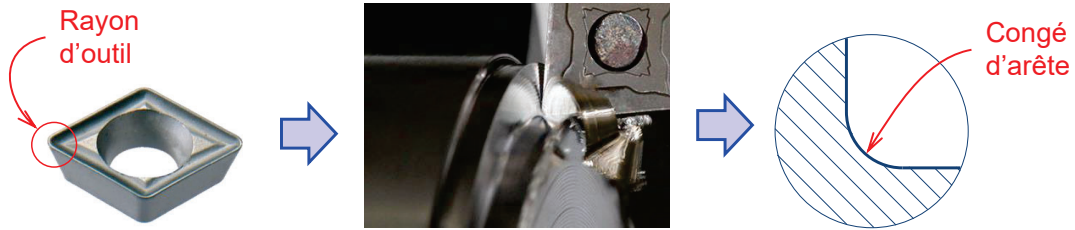


Images : www.rochmecanique.fr

Arêtes rentrantes et arêtes sortantes

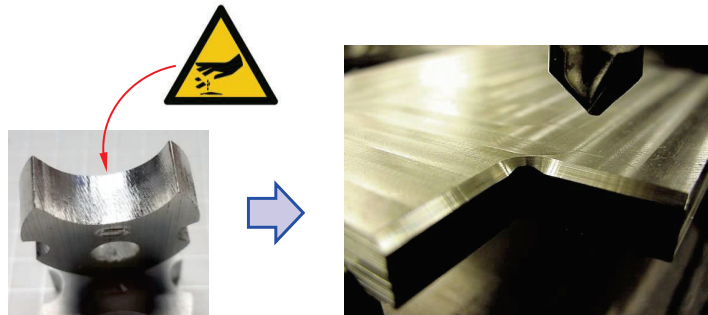
- Arêtes rentrantes**

Présence d'un rayon d'outil → Congé d'arête sur arêtes rentrantes



- Arêtes sortantes**

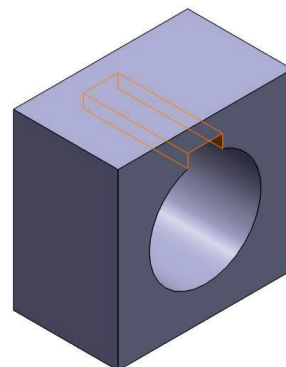
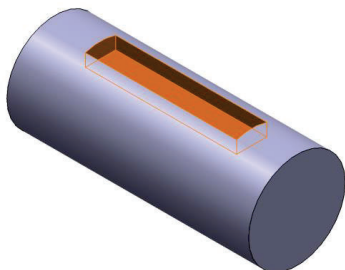
Les arêtes vives à 90° sont coupantes
 → Chanfreins à 45° sur toutes les arêtes vives



Exercice d'application

 **Usinable ou pas usinable ?**

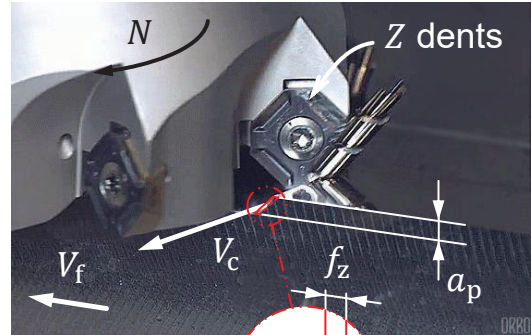
Est-il possible d'obtenir les formes suivantes (surfaces oranges) par usinage ?



Choix des paramètres de coupe (1/3)

• Paramètres à régler sur la machine

- Vitesse de rotation N [tr/min]
- Vitesse de translation V_f [m/min] (appelée « vitesse d'avance »)
- Profondeur de passe a_p



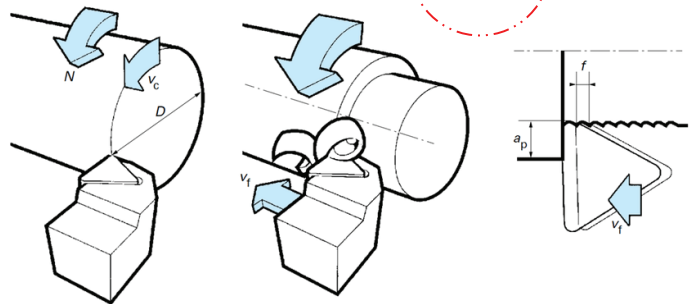
• Paramètres de génération du copeau

- Vitesse de coupe V_c

$$V_c = \pi d \cdot N$$

- Avance par dent f_z

$$V_f = N \cdot f_z \cdot Z$$



Choix des paramètres de coupe (2/3)

• Valeurs de V_c , f_z et a_p , et effets sur l'usinage

- Vitesse de coupe V_c

Valeurs selon tableau →→→→

⚠ → Intensité des efforts de coupe

⚠ → Niveau d'échauffement et vitesse d'usure de l'outil

Matière à usiner	V_c [m/min]	
	Outil ARS	Outil Cermet
Acier - fonte	15 - 30	60 - 120
Aluminium - laiton	60 - 120	250 - 500
PA6 - POM - PC	120 - 240	250 - 500

- Avance par dent f_z

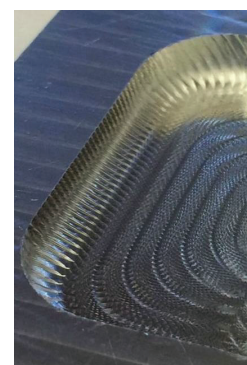
De qq centièmes à qq dixièmes de mm

⚠ → Largeur et profondeur des stries d'usinage

- Profondeur de passe a_p

De qq dixièmes de mm à 1-2 mm max.

⚠ → Puissance machine requise (en combinaison avec V_c et f_z)



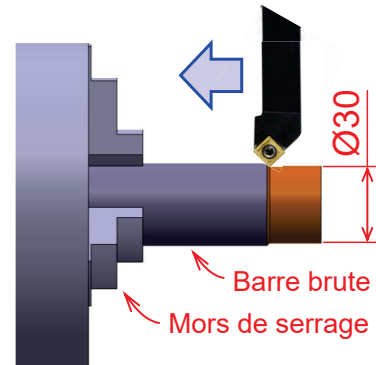
Choix des paramètres de coupe (3/3)



Exercice d'application

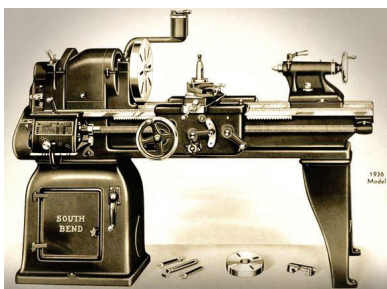
On souhaite effectuer l'opération de tournage décrite sur la figure ci-contre. La barre brute est en acier, et l'outil doit avoir une avance par tour de $f = 0,3 \text{ mm}$.

Calculer la vitesse de rotation minimum N_{\min} de la barre brute, et la vitesse d'avance $(V_f)_{\min}$ correspondante.

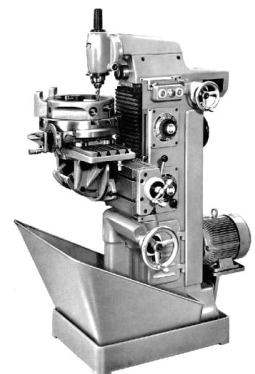


Machines d'usinage

Tour (2-axes)



Fraiseuse (3-axes)



Par le passé
Machines dites
« conventionnelles »

← Machines
actuelles →
Dites « à commande
numérique » (CNC)



© Schaublin 180 CCN

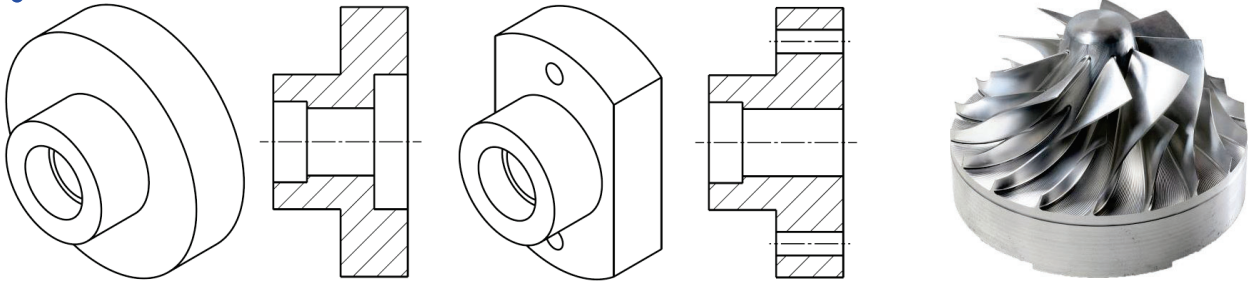


© Schaublin 60CNC

Et si mes pièces sont + complexes ?...



Comment usiner les pièces suivantes ?



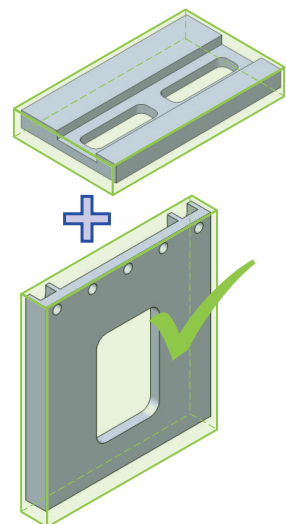
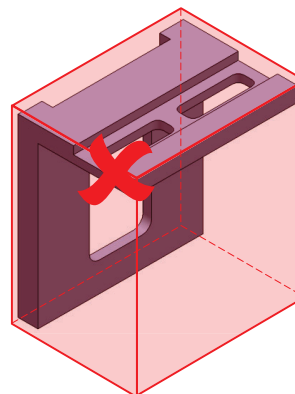
Design et coût d'une pièce d'usinage (1/2)

- **Coût d'usinage \propto durée d'usinage**

- ✓ Favoriser les matières qui s'usinent vite

- ✓ Minimiser le volume de copeau

- Deux pièces plutôt qu'une ?
 - Laisser des surfaces brutes ?
 - Dimensions de la pièce finie vs. dimensions du brut ?



- **Quid des copeaux ?**

Collectés pour être recyclés



