



Renaud Costadoat  
Lycée Dorian



## Introduction

Savoir

Vous êtes capables :

- de donner certaines caractéristiques d'un matériau,
- de choisir un procédé de mise en forme de pièces brutes.

Problématique

Vous devez être capables de choisir un procédé d'usinage en fonction:

- de la géométrie d'une pièce,
- de son matériau,
- de la production associée à la pièce.

## Plan

1. Moyens de production
2. Géométrie issues de l'usinage
3. Outils
4. Paramètres de coupe
5. Processus

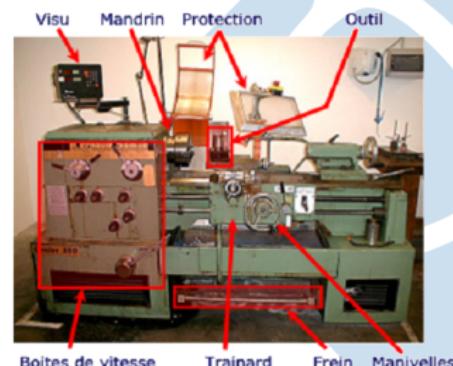
## Les différents types de machine

L'atelier d'usinage est composé de plusieurs pôles. Chaque pôle dispose du même type de machine, par exemple :

- Tour conventionnel,
- Fraiseuse conventionnelle,
- Tour à commande numérique,
- Fraiseuse à commande numérique.

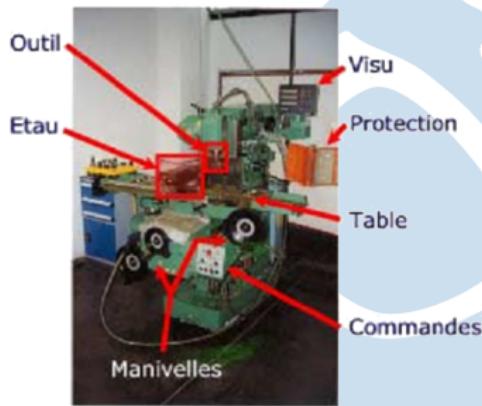
## Tour

- Cette machine sert principalement à usiner des pièces de révolution. La pièce est fixée dans le mandrin.
- Celui-ci est mis en rotation par le moteur de broche. L'outil suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux.



## Fraiseuse

- Cette machine sert principalement à usiner des pièces prismatiques. La pièce est fixée dans l'étau,
- L'outil est mis en rotation par le moteur de broche, il suit une trajectoire qui interfère avec la pièce.



## Type de commande

### Manuelle ou conventionnelle:

Le déplacement de l'outil sur la trajectoire d'usinage est réalisé par un opérateur. Pour cela, il utilise les manivelles permettant de générer les mouvements suivant les axes.



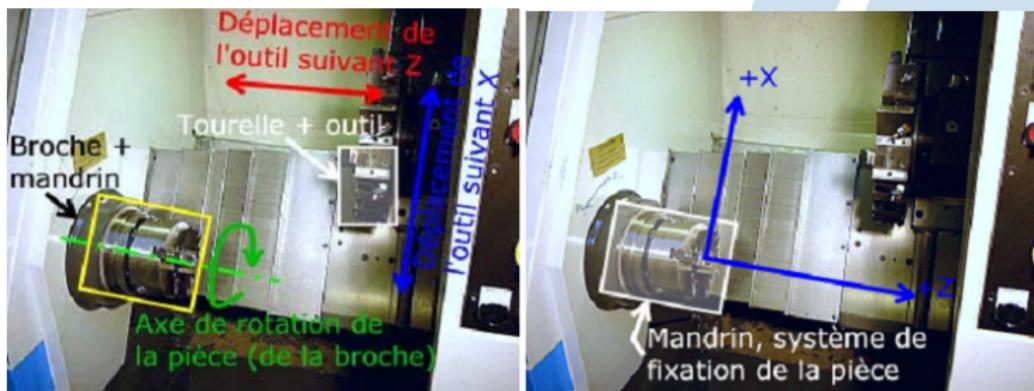
### Commande numérique:

Le déplacement de l'outil sur la trajectoire d'usinage est décrit par l'opérateur à l'aide d'un programme. On utilise pour cela les coordonnées des différents points de passage de l'outil par rapport à la pièce.



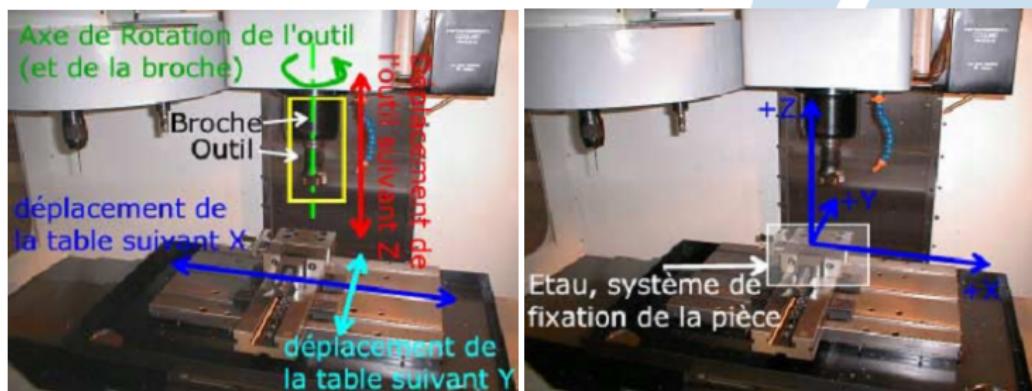
## Les axes de déplacements : Tournage

- Afin de décrire la trajectoire suivie par l'outil pour usiner la pièce, un système d'axe est normalisé. En tournage, l'axe de broche correspond à l'axe de rotation de la pièce,
- L'axe Z correspond à l'axe de broche. C'est aussi l'axe de rotation du mandrin,
- L'axe X correspond à l'axe perpendiculaire à Z. (+ l'outil s'éloigne de la pièce).



## Les axes de déplacements : Fraisage

- L'axe Z correspond à l'axe de broche. C'est l'axe de rotation de la fraise pour l'usinage,
- L'axe X correspond à l'axe perpendiculaire à Z qui permet le plus grand déplacement de la table de la fraiseuse. (+ l'outil s'éloigne de la pièce),
- L'axe Y correspond à l'axe perpendiculaire à Z et X.

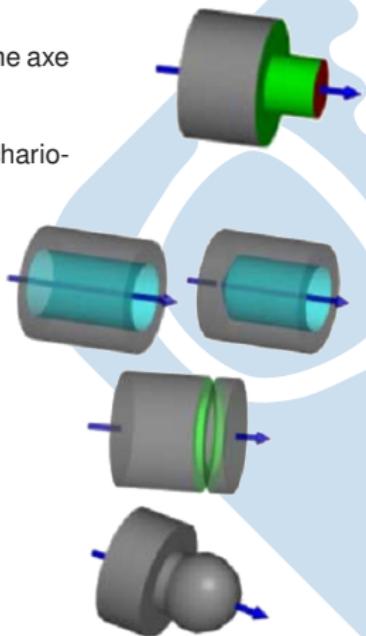


## Plan

1. Moyens de production
2. Géométrie issues de l'usinage
3. Outils
4. Paramètres de coupe
5. Processus

## Formes simples usinables: Tournage

- **Dressage** : C'est la réalisation d'un plan perpendiculaire à l'axe de la pièce (surface rouge),
- **Chariotage** : C'est la réalisation d'un cylindre ayant le même axe que celui de la pièce (surface grise),
- **Plan épaulé** : C'est l'association d'un dressage et d'un chariotage (surface verte).
- **Perçage** : C'est un trou dans la pièce. Il peut être débouchant ou borgne. Attention en tournage, l'axe du trou est confondu avec l'axe de la pièce,
- **Gorge** : C'est l'association de 2 plans parallèles avec un cylindre (surface vertes),
- **Quelconque** : C'est l'association de plusieurs surfaces élémentaires : sphère, cylindre, plan, cône,



## Formes simples usinables: Fraisage

- **Surfaçage** : Le surfaçage c'est l'usinage d'un plan par une fraise. (surface rouge),
- **Plans épaulés** : C'est l'association de 2 plans perpendiculaires (surfaces vertes),
- **Rainure** : C'est l'association de 3 plans. Le fond est perpendiculaire au deux autres plans. (surfaces vertes),
- **Poche** : La poche est délimitée par des surfaces verticales quelconque (cylindre et plan). C'est une forme creuse dans la pièce. (surface cyan),
- **Perçage** : Ce sont des trous. Ils sont débouchants (surface bleu) ou borgnes (surface jaune).

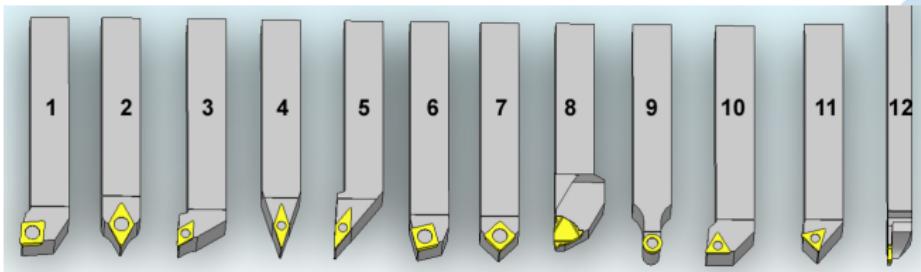
## Plan

1. Moyens de production
2. Géométrie issues de l'usinage
3. Outils
4. Paramètres de coupe
5. Processus

## Outils de perçage

Foret à centrer	Foret à pointer	Foret	Alésoir	Fraise à lamer
				
A utiliser pour situer l'axe d'une pièce en tournage	A utiliser pour positionner un perçage	Pour percer des trous (tolérance H10)	Pour la finition d'un trou de bonne qualité (tolérance H7)	Pour noyer une tête de vis Chc

## Outils de tournage



1 à 6 et 9	Outils à charioter
7 et 11	Outils à chanfreiner
8	Outil à fileter
10	Outil à dresser
11	Outil à gorge ou à tronçonner

## Outils de fraisage



Tourneau  
Outils amovibles  
en A. R. S.



Tourneau  
Plaquettes amovibles  
en carbure



1 taille à  
surfacer



Cylindrique  
2 tailles  
à trou lisse



Pour rainure de  
clavette disque  
Queue filetée



Pour rainure à T  
Denture brise-coapeaux  
Queue filetée



Pour rainure à T  
Denture alternée  
Queue conique C. M.



Cylindrique  
2 tailles  
Queue  
conique C. M.



2 tailles Denture  
brise-coapeaux  
Queue  
conique C. M.



Cylindrique  
2 tailles  
Queue  
cylindrique



A rainurer  
2 dents  
Queue  
cylindrique



A rainurer  
2 dents  
Queue  
filetée



Conique 2 tailles,  
Cône inversé type A  
Queue cylindrique



Conique 2 tailles  
Cône direct type B  
Queue cylindrique



Conique 2 tailles  
Alésage lisse  
rainuré



Isocèle  
2 tailles



Scie 1 taille



1 taille  
A rainurer



3 tailles  
Denture droite



3 tailles  
Denture à  
double hélice  
alternée

### Fraises à profil constant



Convexe  
pour  
demi-cercle



Concave  
pour  
demi-cercle



Concave  
pour quart  
de cercle



Disque pour  
tailler  
les engrenages  
(fraise « module »)



Disque à  
flancs droits  
pour tailler  
les crémallières

## Les porte-pièces

- Les portes-pièces permettent de maintenir la pièce sur la machine pendant les phases d'usinage, il en existe plusieurs types,
- La compréhension de la mise en position de la pièce sur la machine (par l'intermédiaire du porte-pièce) est impérative. Il faut tenir compte de l'isostatisme du montage.
- **Le mandrin :** La pièce est placée entre les mors du mandrin. Un serrage concentrique des 3 mors permet de maintenir la pièce. Le mandrin est installé sur la machine, il est entraîné en rotation par le moteur de broche.



## Les porte-pièces

- **L'étau** : Utilisé pour les pièces prismatiques. Ce porte pièce est composé de 2 mors. Le mors fixe est lié au bâti. Le mors mobile, en liaison glissière avec le bâti permet le serrage de la pièce. La pièce est donc placée entre les deux mors de l'étau.
- **Le montage d'usinage** : Utilisé pour les pièces complexes. Il s'appuie sur une plaque percée sur laquelle il faut ajouter différents supports qui s'adaptent aux surfaces de la pièce. Les appuis doivent être définis afin de supprimer les degrés de liberté de la pièce sans hyperstatisme. La pièce est maintenue par des brides serrés par des vis.

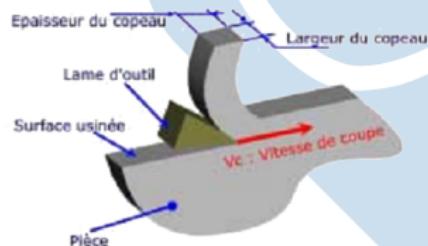


## Plan

1. Moyens de production
2. Géométrie issues de l'usinage
3. Outils
4. Paramètres de coupe
5. Processus

## Paramètres de coupe

- Lors d'un usinage par enlèvement de matière, on se retrouve, dans la majorité des cas, dans la configuration suivante :
  - ▶ Une lame d'outil pénètre dans la matière et enlève un copeau,
  - ▶ L'outil suit une trajectoire par rapport à la pièce à usiner,
  - ▶ Pour obtenir un travail satisfaisant (bon état de la surface usinée, rapidité de l'usinage, usure modérée de l'outil, ...) on doit régler les paramètres de la coupe.
- Plusieurs critères permettent de définir les paramètres de la coupe:
  - ▶ Le type de machine (tournage, fraisage, perçage),
  - ▶ La puissance de la machine,
  - ▶ La matière de la pièce et de l'outil,
  - ▶ Le type de l'opération (perçage, chariotage,...),
- Les paramètres sont les suivants:
  - ▶ La vitesse de coupe :  $V_c$ ,
  - ▶ La vitesse d'avance :  $F$ ,
  - ▶ La profondeur de passe :  $a$ .

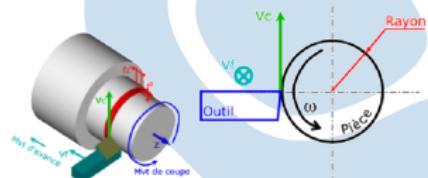


## Paramètres de coupe

- La vitesse de coupe :  $V_c \text{ m}.\text{min}^{-1}$ : elle correspond au déplacement de l'arête de coupe par rapport à la pièce,
- La vitesse d'avance :  $V_f \text{ mm}.\text{min}^{-1}$ : elle correspond à la vitesse de déplacement de l'outil sur la trajectoire d'usinage,
- La profondeur de passe :  $a \text{ mm}$ : la combinaison de  $V_f$  et  $a$  permet de déterminer le volume du copeau.

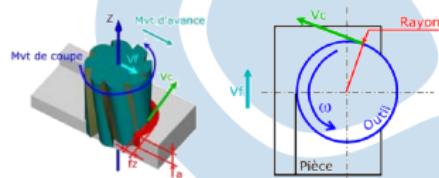
## Paramètres de coupe: Tournage

- La vitesse de coupe :  $V_c \text{ m}.\text{min}^{-1}$ : cette vitesse est donnée par la vitesse de rotation de la pièce. En prenant le diamètre  $D$  ( $\text{mm}$ ) comme la position de la pointe de l'outil et  $N$  ( $\text{tr}.\text{min}^{-1}$ ) la vitesse de rotation:  $N = \frac{1000.V_c}{\pi.D}$ ,
- La vitesse d'avance :  $V_f \text{ mm}.\text{min}^{-1}$ : la relation entre la vitesse d'avance, celle de rotation et  $f_z$  l'avance à la dent ( $\text{mm}.\text{tr}^{-1}$ ) est la suivante:  $V_f = f_z.N$ ,
- $f_z$  correspond à la distance que l'arête de coupe va parcourir à chaque tour de la pièce.



## Paramètres de coupe: Fraisage

- La vitesse de coupe :  $V_c \text{ m}.\text{min}^{-1}$ : cette vitesse est donnée par la vitesse de rotation de l'outil. En prenant le diamètre D (mm) comme le diamètre de l'outil et N ( $\text{tr}.\text{min}^{-1}$ ) sa vitesse de rotation:  $N = \frac{1000.V_c}{\pi.D}$ ,
- La vitesse d'avance :  $V_f \text{ mm}.\text{min}^{-1}$ : la relation entre la vitesse d'avance, celle de rotation et  $f_z$  l'avance à la dent ( $\text{mm}.\text{tr}^{-1}$ ) est la suivante:  
$$V_f = f_z.z.N,$$
- $f_z$  correspond à la distance que l'arête de coupe va parcourir à chaque passage de dent sur la pièce.

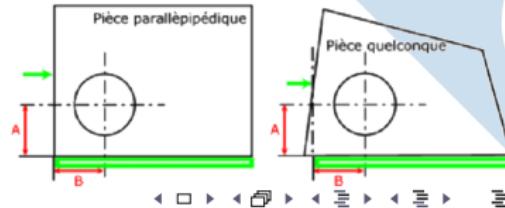
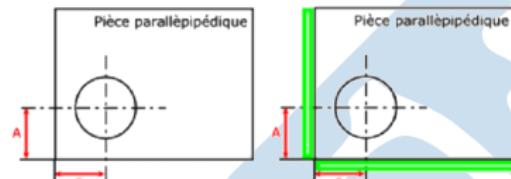
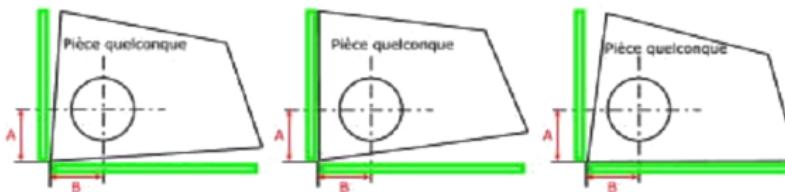


## Plan

1. Moyens de production
2. Géométrie issues de l'usinage
3. Outils
4. Paramètres de coupe
5. Processus

## Mise en position de la pièce (MIP)

- Pour immobiliser un solide, il faut supprimer 6 degrés de liberté,
- Le placement doit être isostatique,
- Exemple:* percer un trou respectant les cotes A et B.



## Mise en position de la pièce (MIP)

- Associer plusieurs liaisons simples permet de supprimer les 6 degrés de liberté,
- A partir de la le concept de centrage long ou court favorise plus ou moins certains de ces contacts.

Nom	Diagrammes	Exemples
Appui porcelat : dimine 1 degré de liberté		
Liaison linéaire rectiligne : dimine 2 degrés de liberté		
Liaison linéaire annulaire : dimine 2 degrés de liberté		
Appui : dimine 3 degrés de liberté		
Liaison pivot glissant : dimine 4 degrés de liberté		

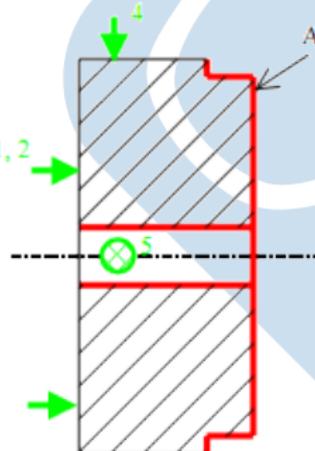
## Gammes de fabrication

- **Opération d'usinage** : fait de réaliser l'usinage d'une surface sur une pièce (dressage, chariotage, perçage, surfaçage,...),
- **Phase d'usinage** : regroupement d'une ou plusieurs opérations réalisées sur la pièce. La mise en position sera unique, et la pièce ne DOIT PAS être démontée entre les opérations. On change de phase à chaque démontage de pièce,
- **Contrat de phase** : document qui décrit la phase d'usinage,
- **Gamme d'usinage** : regroupement de l'ensemble des phases d'usinage,
- **Gamme d'usinage** : document qui décrit la méthode complète d'obtention de la pièce.

## Gammes d'usinage

- Afin d'améliorer la fabrication d'une pièce, il faut minimiser le nombre de phases d'usinage,
- C'est pour cela que sur chaque phase, il faut viser à maximiser le nombre de surfaces usinées.
- Usiner deux surfaces dans la même phase permet de minimiser les défauts de position relatifs. Ainsi, ce sont les spécifications qui décident de la gamme d'usinage.

## Gammes d'usinage

<b>Gamme d'usinage</b>			
Ensemble : Vérin	Pièce : piston	Matière AU4G	
Nom :	Prénom :	Groupe :	Date :
<b>Phase 10</b>			
Machine : tour conventionnel			
Opérations	Outils	Dessin + mise en position	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dressage de A en finition</li> <li>- Chariotage de B en finition</li> <li>- Perçage ébauche de G</li> <li>- perçage <math>\frac{1}{2}</math> finition de G</li> <li>- alésage de G</li> </ul>	Outil d'ébauche carbure Outil d'ébauche carbure Foret à pointer Foret ARS Alésoir		

## Gammes d'usinage

**PARTIE A**

**DOCUMENT REPONSE N°3**

Nom : Prénom : Groupe :

QUESTION 2 : ETUDE DU CONTRAT DE PHASE N°10		Date: //	BMT
Pour la Gamme N° : 1		BUREAU DES MÉTHODES	
Créable : Vérin de fixation	Pièce : Pièton supérieur		
Matériel : ST35 (E24)			

Machine-Outil : Tour conventionnel

DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V <sub>c</sub> [m/min]	F <sub>v</sub> [mm/min]	H <sub>min</sub> [mm]	H <sub>max</sub> [mm]	S <sub>r</sub> [Hz]	P <sub>max</sub> [W]	T <sub>max</sub> [Nm]
Dressage de A	Outil d'ébauche carrière	150	0,15	770	0,15000			
Chariotage de B	Outil d'ébauche carrière	150	0,15	770	0,15520			
Trou de centre de G	Forêt à centrer ARS	25					1040	
Perçage de G	Forêt de 9,5	25	0,25	840	1,22	1040		
Alésage de G	Alésoir 10H7	125	0,3	400	0,2	520		

## Conclusion

Savoir:

Vous êtes capables :

- de concevoir une pièce usinée,
- de décrire le processus d'usinage.