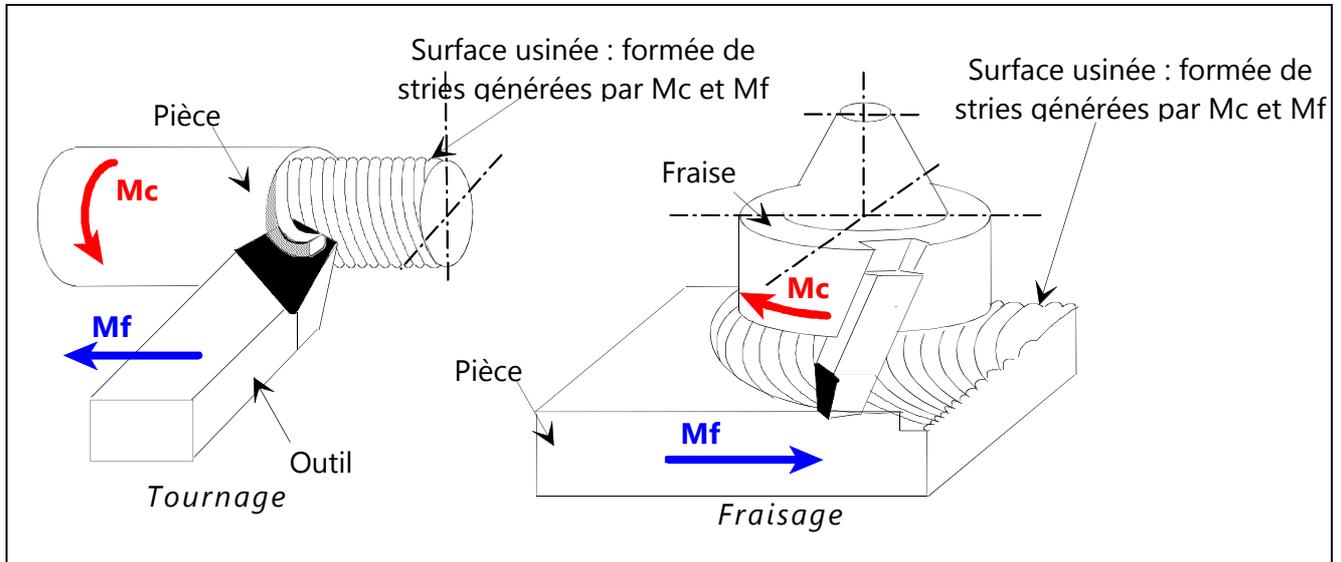


CONDITIONS DE COUPE EN TOURNAGE ET EN FRAISAGE



I. INTRODUCTION

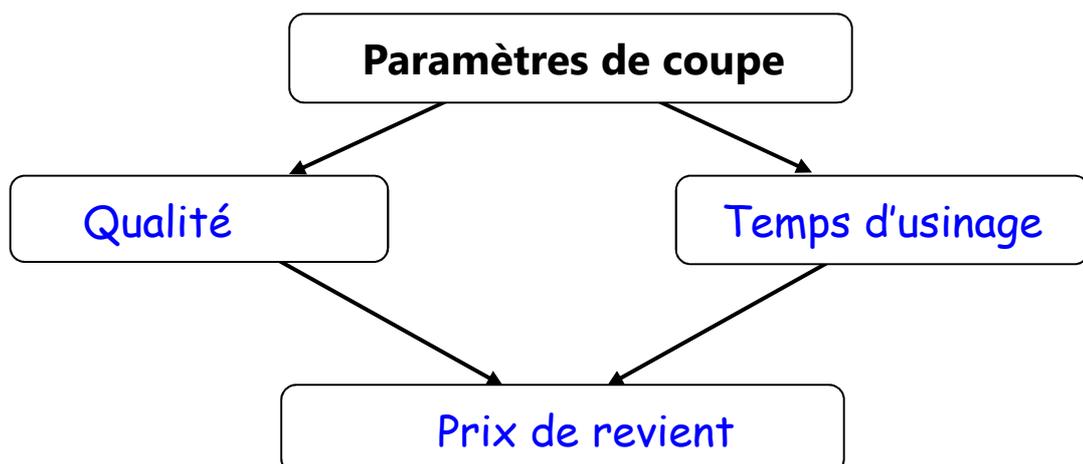
Nous avons vu que la génération de surface est liée à la combinaison d'un mouvement de coupe **Mc**, circulaire et d'un ou plusieurs mouvements d'avance **Mf** rectiligne.



La qualité de la surface usinée et le temps d'usinage résultent de la combinaison :

- ⇒ de la vitesse relative de l'arête de l'outil par rapport à la pièce (Vitesse de coupe : **Vc**),
- ⇒ du déplacement de cette arête à chaque tour (Avance par tour : **f** ou avance par tour et par dent **f_z** en fraisage).

Les paramètres de coupe sont : - la vitesse de coupe **Vc**.
 - l'avance **f** par tour ou **f_z** par tour et par dent.
 - la profondeur de passe **a**.



II. LA VITESSE DE COUPE

1. Définition

La vitesse de coupe est notée V_c et exprimée en m/min .
C'est la vitesse relative de la pièce par rapport à la pointe de l'outil dans le cas du tournage ou de la pointe d'une dent dans le cas du fraisage (cf figure 2).

La vitesse de coupe est représentée par un vecteur tangent à l'élément en rotation.

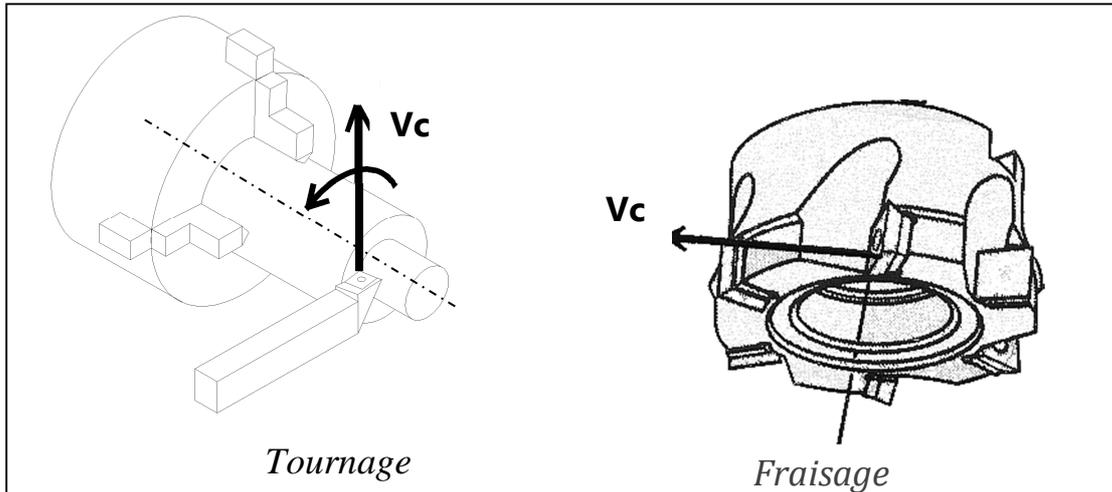
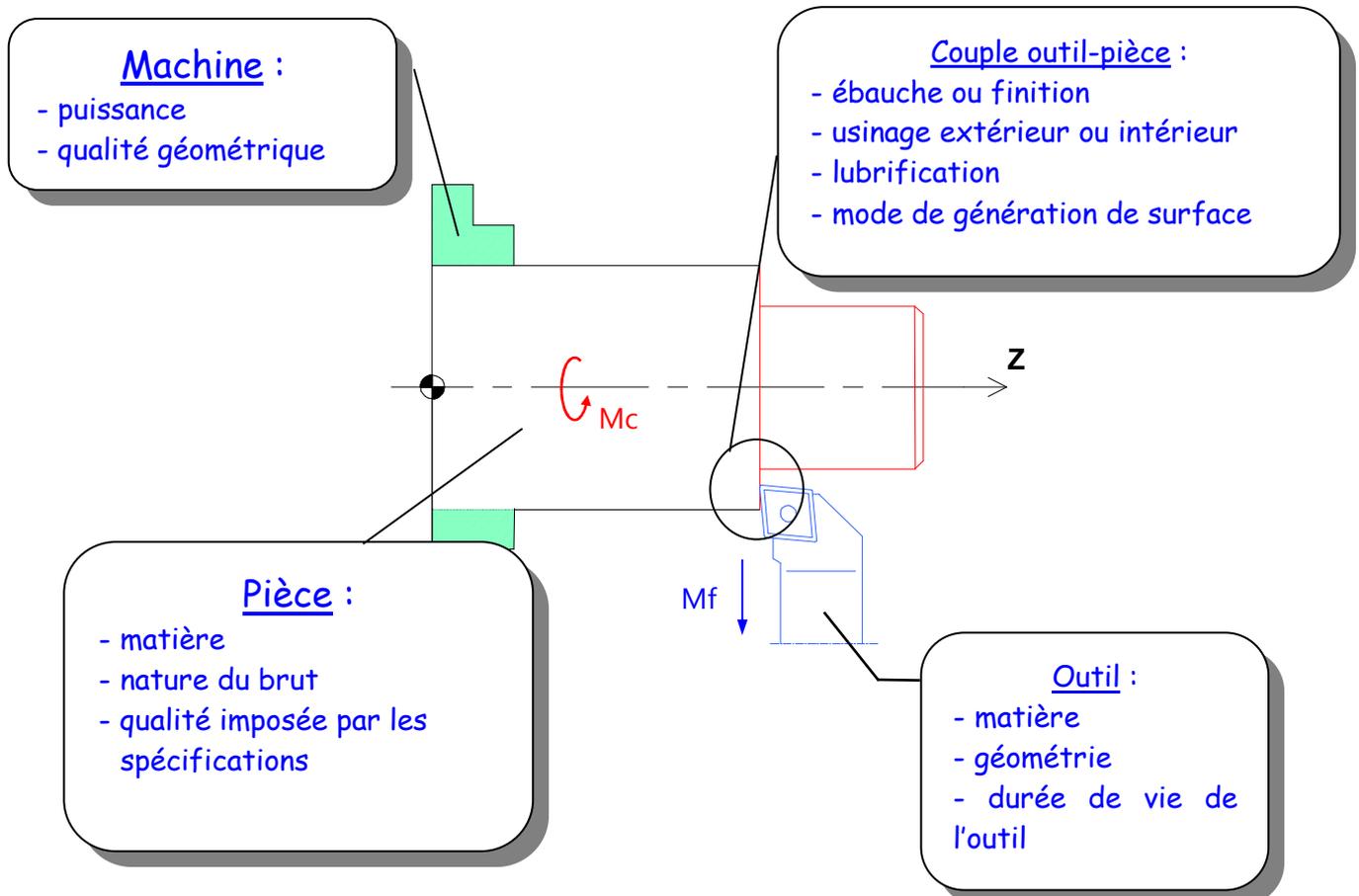


Figure 2 : Visualisation de V_c en tournage et en fraisage

1. Facteurs influant sur la vitesse de coupe



Le *tableau 1* donne des valeurs expérimentales de la vitesse de coupe V_c en fonction du matériau usiné pour des outils en acier rapide supérieur (A.R.S.) et des outils en carbure métallique (C.M.) dans le cas d'opérations élémentaires d'usinage en finition.

MATIÈRE USINÉE	TOURNAGE Vc m/min		FRAISAGE Vc m/min	
	Outils A.R.S.	Outils C.M.	Outils A.R.S.	Outils C.M.
Aciers non alliés	45	120	40	80
Aciers de construction	32	100	25	70
Aciers faiblement alliés	20	90	16	40
Fontes	45	150	30	105
Alliages d'aluminium formés – <i>duralumin</i>	120	220	130	180
Alliages d'aluminium moulés – <i>alpax</i>	60	180	37	90
Alliages de cuivre (laiton)	90	200	55	80
Alliages de cuivre (bronze)	33	100	25	50

Tableau 1 : Valeurs de vitesses de coupe (m/min) en fraisage et en tournage

2. Procédures de réglage

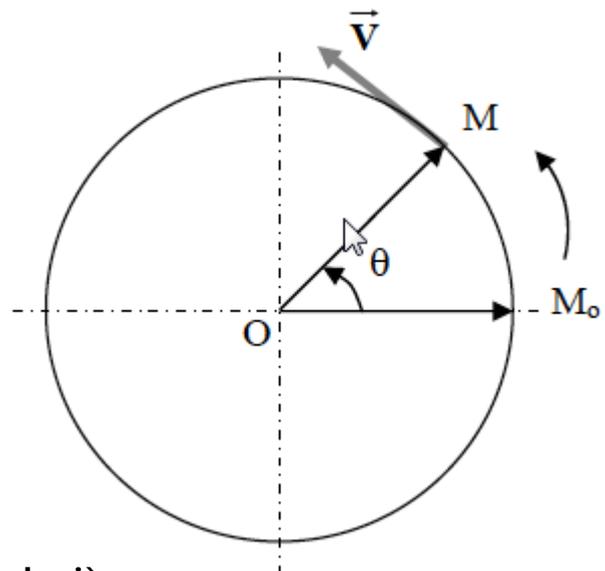
Que règle-t-on sur une machine-outil ? [la fréquence de rotation N \(tr/min\)](#)

Nous allons déterminer **la fréquence de rotation N**.

Rappel de cinématique :

Le point M se déplace sur une trajectoire circulaire. Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire et est égal à :

$$\vec{V} = R \cdot \dot{\theta} \cdot \vec{t}$$



Dans le cas du tournage, OM représente **le rayon de la pièce**.

Dans le cas du fraisage, OM représente **le rayon de l'outil**.

La fréquence de rotation de la machine étant réglée et étant constante, on a :

En fabrication mécanique, l'unité utilisée étant le mm, on retiendra :

$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot D} \quad \text{tr/min}$$

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi \cdot D} \quad \text{tr/min}$$

m/min (pointing to V_c in the first equation)
 m (pointing to D in the first equation)
 mm (pointing to D in the second equation)

Avec N : fréquence de rotation
 Vc : vitesse de coupe
 D : Diamètre de la pièce en tournage ou diamètre de l'outil en fraisage

Remarque:

Soit une opération de tournage (cf figure 3), à vitesse de coupe constante.

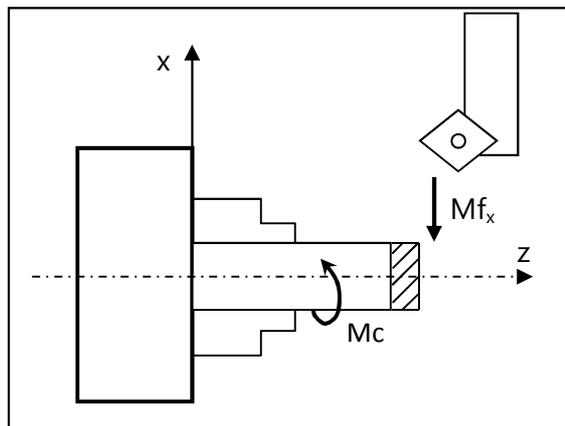


Figure 3: Opération de dressage à vitesse de coupe

Au fur et à mesure de l'usinage, le diamètre de la pièce diminue. Pour maintenir une vitesse de coupe constante, il faut augmenter la fréquence de rotation.

Lors d'une opération de dressage à vitesse de coupe constante, la broche tourne d'autant plus vite que l'on se rapproche du centre.

III. L'AVANCE

1. Définition

⇒ Cas du tournage :

L'outil de tournage est un outil avec une seule arête de coupe. On parlera d'avance par tour.

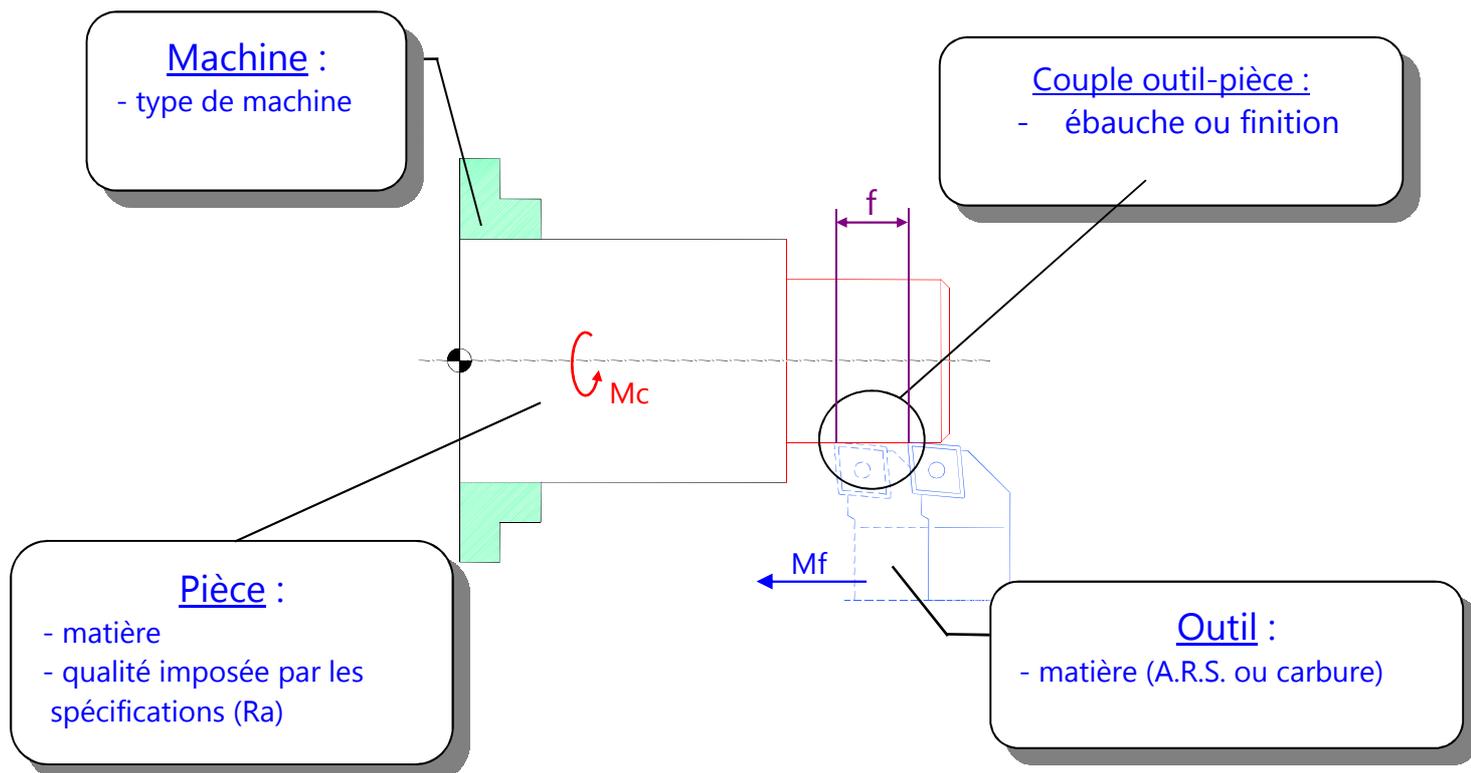
L'avance est la distance que parcourt l'outil axialement (chariotage *cf figure ci-dessous*) ou radialement (dressage) par rapport au bâti de la machine, lorsque la pièce a effectué un tour. L'unité de l'avance est le mm/tr.

⇒ Cas du fraisage :

L'outil de fraisage est un outil avec plusieurs arêtes de coupe. On parlera d'avance par tour et par dent.

Cela représente la distance parcourue sur la pièce par une dent après une rotation de un tour de l'outil.

2. Facteurs influant sur l'avance



3. Procédures de réglages

- **En tournage** : on règle directement l'avance f sur la boîtes des avances.

La vitesse d'avance V_f correspond à la vitesse de déplacement de l'outil par rapport à la pièce :

- suivant l'axe z pour une opération de chariotage
- suivant l'axe x pour une opération de dressage

$$V_f = f \cdot n$$

Diagram illustrating the formula for cutting speed in turning: $V_f = f \cdot n$. The units are: V_f (mm/min), f (mm/tr), and n (tr/min).

- **En fraisage** : on règle la vitesse d'avance V_f grâce à f_z (avance par tour et par dent)

La vitesse d'avance correspond à la vitesse de déplacement de la pièce par rapport à l'outil pour le déplacement des axes X, Y et Z.

$$V_f = f_z \cdot Z \cdot n$$

Diagram illustrating the formula for cutting speed in milling: $V_f = f_z \cdot Z \cdot n$. The units are: V_f (mm/min), f_z (mm/(tr.dent)), Z (nombre de dents), and n (tr/min).

IV. LA PROFONDEUR DE PASSE (a_p)

1. Définition

La profondeur de passe est l'engagement de l'outil dans la pièce. Elle est notée a_p et exprimée en mm.

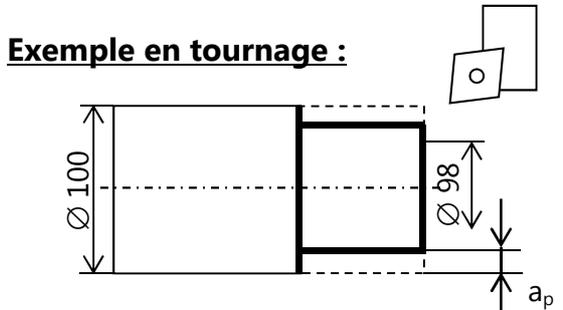


Figure 5 : Mise en évidence de la profondeur de passe en tournage

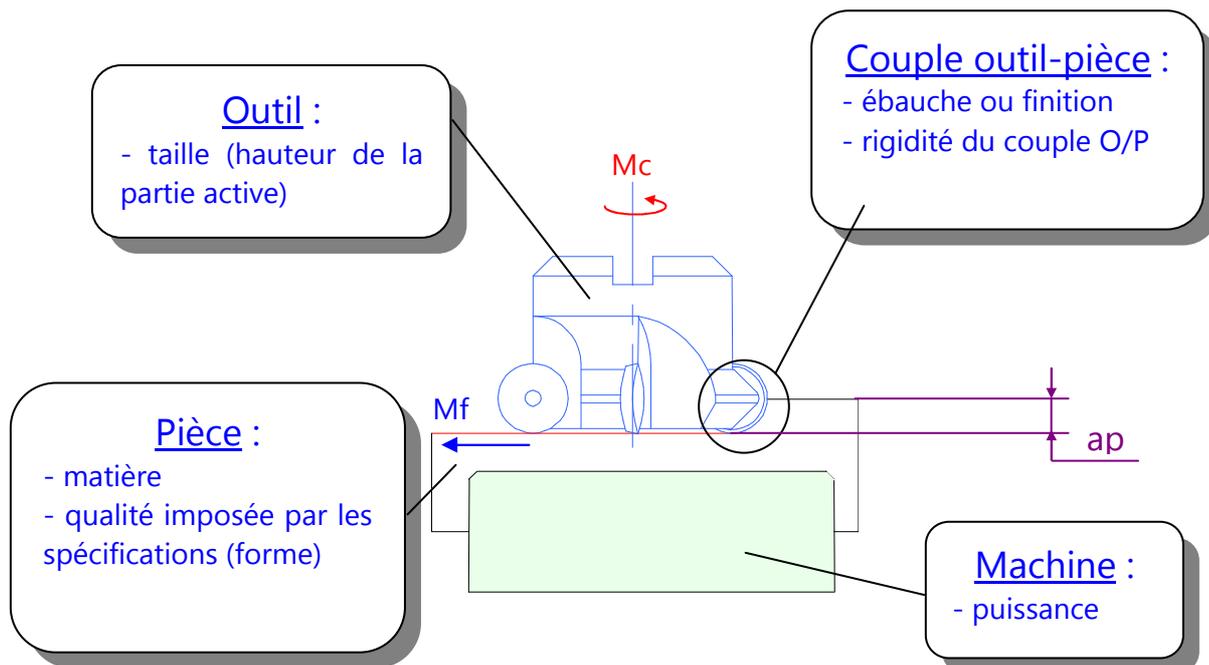
Au départ, la pièce brute est un cylindre de diamètre 110.

Les surfaces usinées sont en gras.

On passe du diamètre 100 au diamètre 98 en une passe (on définit une passe comme étant un trajet aller-retour de l'outil).

La valeur de la profondeur de passe est

2. Facteurs influant sur la profondeur de passe



3. Procédures de réglage

- Sur machines conventionnelles :

- on **tangente** sur la surface
- **dégagement** le long de la surface
- **prise de passe manuelle** (au vernier)

- Sur machines à commande numérique :

La prise de passe est **comprise dans la programmation des points.**

Précision et rugosité obtenues en fonction du type de fraisage

		Valeurs usuelles	Qualité	13	12	11	10	9	8	7	6	6	5	
			Ra μm		12,5		6,3		3,2		1,6	0,8	0,4	0,2
Ébauche	Monobloc ARS	De profil												
		En bout												
	Fraises à plaquettes	De profil												
		En bout												
Finition	Monobloc ARS	De profil												
		En bout												
	Fraises à plaquettes	De profil												
		En bout												
Finition racleuse	En bout													

✓ Bilan des principales actions qui améliorent notablement la rugosité

Action →		Augmenter la rigidité outil-pièce-machine	Diminuer f	Augmenter Vc	Augmenter la précision de position des dents	Améliorer la finition de l'outil	Lubrifier ou améliorer la lubrification
↓	Cas d'usage						
Outil ARS	Fraisage en roulant						
	Fraisage en bout						
Outil Carbur	Fraisage en bout						

Ordre des priorités à respecter : 1°)

2°)

3°)

V. EXERCICES

Questions de cours :

✎ **Question 1 :** Que signifie **N** ?

✎ **Question 2 :** - Quelle est l'unité de **N** ?

- Quelle est l'unité de la vitesse de coupe **Vc** ?

- Quelle est l'unité de l'avance **f** ?

- Quelle est l'unité de la vitesse d'avance **f** ?

✎ **Question 3 :** Donner la formule permettant de calculer **N** : (Ne pas oublier de préciser les unités de la formule.)

✎ **Question 4 :** Donner la formule permettant de calculer vitesse d'avance **Vf** : (Ne pas oublier de préciser les unités de la formule.)

- en tournage

- en fraisage

✎ **Question 5 :** Donner la définition de l'avance en tournage :

.....

.....

.....

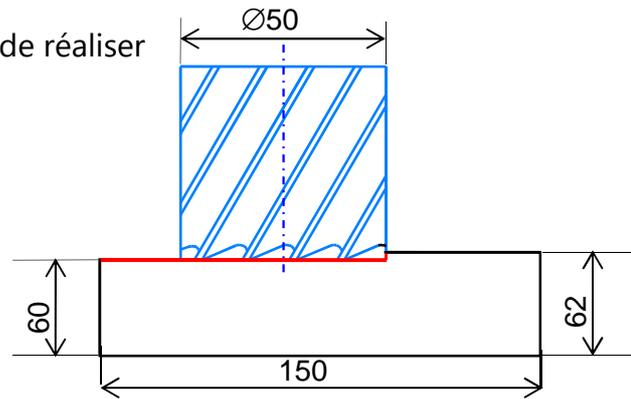
.....

PROBLÈME EN FRAISAGE :

Le schéma ci-contre met en évidence une fraise en train de réaliser un surfaçage sur une fraiseuse à commande numérique.

Données :

- Pièce : Aluminium
- Outil : Fraise ARS – 5 dents
- Avance : $f_z = 0,1 \text{ mm / (tr.dt)}$
- Tableau donnant la vitesse de coupe V_c (cf cours)



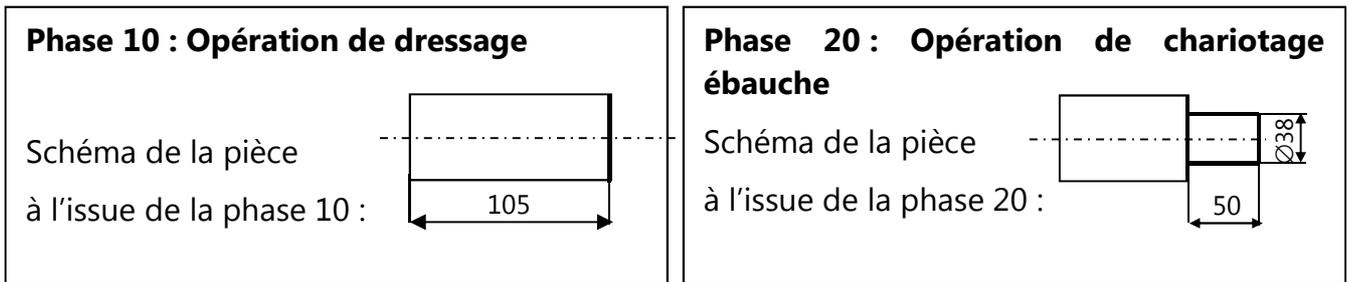
- ✂ **Question a :** Placer sur le schéma ci-dessus le mouvement de coupe M_c et le mouvement d'avance M_f .
- ✂ **Question b :** Que signifie l'abréviation **ARS** ?
- ✂ **Question c :** Combien vaut la profondeur de passe a ?
- ✂ **Question d :** Calculer la fréquence de rotation **N**.
- ✂ **Question e :** Calculer la vitesse d'avance **Vf**. Détailler votre calcul.
- ✂ **Question f :** Calculer le temps de coupe.

PROBLÈME EN TOURNAGE :

On souhaite réaliser une opération de dressage suivie d'une opération de chariotage sur un tour conventionnel type Ramo, à partir d'une pièce brute de diamètre 50 et de longueur 107.

Données :

- Pièce : Acier C50 (non allié)
- Outil : Outil à charioter et à dresser en carbure
- Tableau donnant la vitesse de coupe V_c (cf cours)
- fréquences de rotation n disponibles sur ce tour : 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 tr/min.



Remarque : Les traits en gras représentent les surfaces usinées

- ✂ **Question a :** Sachant que l'opération de dressage se réalise en une passe, donner la valeur de la profondeur de passe **a**.
- ✂ **Question b :** Sachant que les opérations de chariotage sont réalisées avec une profondeur de passe de 2 mm, donner le nombre de passes à effectuer.
- ✂ **Question c :** Calculer les fréquences de rotation **N** relatives à l'opération de dressage, et à l'opération de chariotage. *Remarque : On prend en dressage la moitié du diamètre de la pièce, et en chariotage le diamètre à obtenir.*

Opération de dressage :

Opération de chariotage :

Opération de dressage :

Opération de chariotage :

 **Question e :** Calculer la vitesse d'avance **Vf** pour les deux opérations.

Opération de dressage :

Opération de chariotage :

Opération de dressage :

Opération de chariotage :