

Séance de 1 heure | Situation et cours

Préparer le réglage d'une toupie

Première MA | Vitesse de coupe, rotation et avance

Prénom et nom : Classe :

Énoncé — Contexte professionnel : profiler les chants de 40 façades en chêne

Un atelier d'agencement fabrique 40 façades de placard en chêne massif. Les chants reçoivent un profil de doucine, réalisé à la **toupie**. La toupie propose **quatre vitesses de broche** : 3 500, 6 500, 8 000 et 10 000 tr/min. Le menuisier dispose de trois fraises à plaquettes carbure à 2 arêtes, de diamètres **80, 120 et 160 mm**.

Le chef d'atelier demande : « *Quelle vitesse de broche pour chaque fraise ? Que se passe-t-il si elle tourne trop lentement, ou trop vite ? À quelle vitesse faire avancer les façades ?* »

Définition — Vitesse de coupe

La vitesse de coupe V_c est la vitesse d'un point du tranchant. Elle n'est pas réglable directement : on règle la **fréquence de rotation** n de la broche (en tr/min).

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{60} \quad n = \frac{60 \times V_c}{\pi \times d}$$

V_c en m/s, d = diamètre de la fraise en **mètres** (120 mm = 0,120 m), n en tr/min. On prend $\pi \approx 3,14$.

Propriété — Plage de vitesse et sécurité

La plage de vitesse est gravée sur l'outil ; pour une fraise carbure sur bois dur, elle va de **50 à 80 m/s** (de 40 à 60 m/s pour une fraise en acier). **Trop lente**, la fraise risque de **rejeter** la pièce ; **trop rapide**, l'outil risque d'**éclater**. On travaille toujours en opposition : la pièce avance à l'inverse de la rotation de l'outil, avec un entraîneur ou un presseur.

Définition — Avance par dent

La pièce avance à la vitesse V_f (en m/min). L'**avance par dent** f_z (en mm) est la distance dont la pièce avance pendant le passage d'une arête :

$$f_z = \frac{1000 \times V_f}{n \times z}$$

n en tr/min, z = nombre d'arêtes de la fraise.

Propriété — Qualité de l'état de surface

Ébauche : f_z de 1,2 à 2,5 mm. **Moyen** : de 0,8 à 1,2 mm. **Finition** : de 0,3 à 0,8 mm. Plus f_z est petit, plus la surface est fine. Sous 0,2 mm, les arêtes frottent et brûlent le bois ; au-dessus de 2,5 mm, la surface éclate.

Exercices | Socle

Écris tes calculs et l'unité de chaque résultat.

Exercice 1 – La vitesse de coupe d'une fraise**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Une fraise de 100 mm tourne à 6 000 tr/min : $d = 0,100 \text{ m}$; $V_c = 3,14 \times 0,100 \times 6\,000 \div 60 = 31,4 \text{ m/s}$.

À toi de jouer.

La fraise de 160 mm tourne à 6 500 tr/min.

1. Convertir le diamètre en mètres.
2. Calculer la vitesse de coupe, en m/s, arrondie au dixième.
3. Cette vitesse est-elle dans la plage de 50 à 80 m/s ?

Exercice 2 – Les quatre vitesses de la toupie**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Une fraise de 100 mm à 8 000 tr/min : $V_c = 3,14 \times 0,100 \times 8\,000 \div 60 = 41,9 \text{ m/s}$, en dessous de 50 : à écarter.

À toi de jouer.

La fraise de 120 mm peut tourner aux quatre vitesses de la toupie.

1. Calculer la vitesse de coupe pour 3 500, 6 500, 8 000 et 10 000 tr/min, arrondie au dixième.
2. Quelles vitesses de broche restent dans la plage de 50 à 80 m/s ?

Exercice 3 – Trop lente, trop rapide**Exemple — Sur d'autres valeurs**

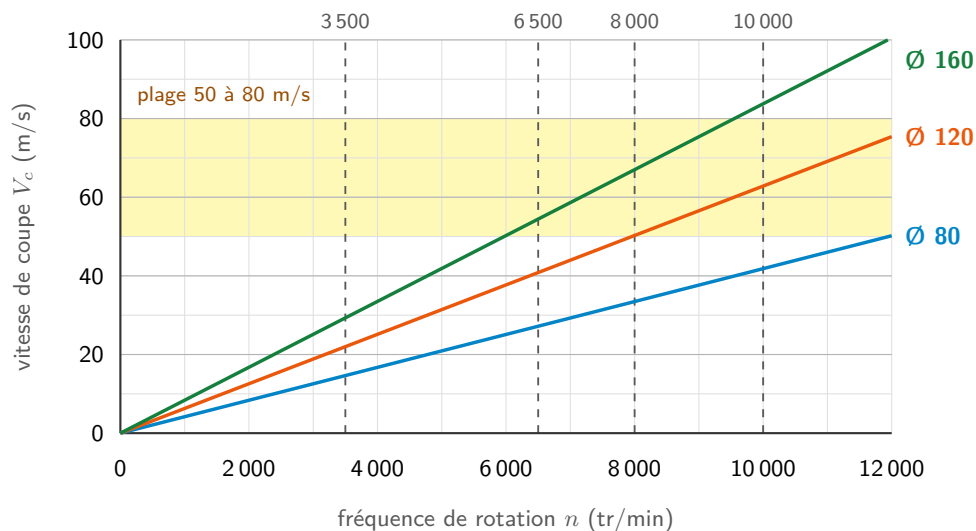
Une fraise de 100 mm à 3 500 tr/min coupe à 18,3 m/s, bien sous 50 m/s : risque de rejet de la pièce.

À toi de jouer.

La fraise de 160 mm est montée sur la toupie. On hésite entre la plus petite et la plus grande vitesse de broche.

1. Calculer sa vitesse de coupe à 3 500 tr/min, puis à 10 000 tr/min, arrondie au dixième.
2. Comparer chaque résultat à la plage de 50 à 80 m/s.
3. Quel risque court-on dans chaque cas ?

Exercices | Standard



Abaque : vitesse de coupe selon la rotation, pour les trois fraises. Bande jaune : plage de 50 à 80 m/s ; traits verticaux : les quatre vitesses de la toupie. Lecture : la fraise de 120 mm à 8 000 tr/min coupe à 50 m/s environ.

Exercice 4 – Choisir la vitesse de broche

Exemple — Sur d'autres valeurs

Pour une fraise de 100 mm et $V_c = 55$ m/s : $n = 60 \times 55 \div (3,14 \times 0,100) = 3\,300 \div 0,314 \approx 10\,510$ tr/min.

À toi de jouer.

On veut couper à $V_c = 60$ m/s, au milieu de la plage. On utilise l'abaque ci-dessus pour vérifier.

1. Calculer la fréquence de rotation idéale pour la fraise de 120 mm, arrondie à la centaine.
2. Choisir la vitesse de la toupie la plus proche. Vérifier sur l'abaque que la vitesse de coupe reste dans la bande jaune.
3. Calculer la fréquence idéale pour la fraise de 80 mm. La toupie peut-elle la fournir ? Que doit-on faire ?

Exercice 5 – Une erreur de conversion**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un apprenti calcule V_c pour $d = 100$ mm à 6 000 tr/min : $3,14 \times 100 \times 6\,000 \div 60 = 31\,400$.
 Erreur : 100 mm doit être 0,100 m ; on trouve 31,4 m/s.

À toi de jouer.

Un apprenti calcule la vitesse de coupe de la fraise de 120 mm à 8 000 tr/min et écrit : $V_c = 3,14 \times 120 \times 8\,000 \div 60 = 50\,240$ m/s.

1. Quelle est son erreur ?
2. Corriger le calcul, arrondi au dixième.
3. Le son se propage à environ 340 m/s. Quel réflexe cette comparaison doit-elle donner avant de régler une machine ?

Exercice | Approfondissement**Exercice 6 – À quelle vitesse faire avancer les façades ?****Exemple — Sur d'autres valeurs**

Une fraise à 2 arêtes tourne à 6 000 tr/min, avec $V_f = 9$ m/min : $f_z = 1\,000 \times 9 \div (6\,000 \times 2) = 0,75$ mm, soit la finition. Un chant de 30 m à 9 m/min dure $30 \div 9 \approx 3,33$ min = 3 min 20 s.

À toi de jouer.

La fraise de 160 mm (2 arêtes) tourne à 8 000 tr/min. L'entraîneur de la toupie propose les vitesses d'avance 6, 12 et 18 m/min. Les 40 façades demandent 56 m de profil au total (40 façades $\times$ 2 chants de 0,70 m).

1. Calculer la vitesse de coupe de la fraise à 8 000 tr/min. Est-elle dans la plage de 50 à 80 m/s ?
2. Pour chaque vitesse d'avance, calculer f_z (arrondi au centième) et donner la qualité de l'état de surface.
3. Pour chaque vitesse d'avance, calculer la durée d'usinage des 56 m, en minutes et secondes.
4. Pour des façades visibles, quelle vitesse d'avance choisir ? Justifier avec f_z et la durée.

Mon bilan avec l'enseignant : ☐ Calculer V_c et n ☐ Choisir une vitesse de broche ☐ Calculer f_z et la durée.