

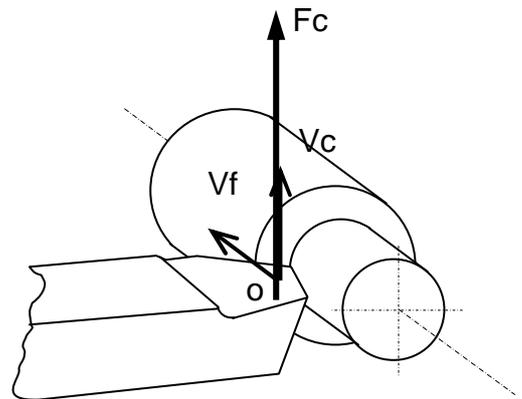
# CHAPITRE IV : Le couple outil-matière

## Pr B. Benmohammed Master I-FMP

### 1- Puissance de coupe en usinage :

L'étude et l'évaluation des forces de coupe présente un intérêt en usinage principalement :

- pour dimensionner les **outils** et les **éléments** de machine outils ;
- pour maîtriser l'apparition des **vibrations** (broutage) ;
- pour évaluer la **puissance de coupe** et permettre ainsi le choix rationnel d'une machine outil.



Cette puissance de coupe absorbée par la broche, se détermine à l'aide d'une formule qui tient compte :

- des paramètres de coupe en fonction de la **matière** à usiner,
- des forces de coupe de l'outil sur la pièce au travers d'une variable **kc** appelée "**Pression spécifique de coupe**" :

$$k_c = \frac{F_c}{A_D}$$

$\frac{N}{mm^2}$        $N$        $mm^2$

$k_c$  : pression spécifique de coupe

$F_c$  : Force de coupe

$A_D$  : Section du copeau

Remarque :  $k_c$  représente donc une force de coupe par unité de surface.

Il existe des banques de données qui permettent de déterminer à l'aide d'un tableau, la valeur de  $k_c$  à prendre, en fonction de la matière à usiner, de sa résistance à la traction (dureté Brinell) et de l'épaisseur du copeau, pour des outils carbures.

La formule générale de la **puissance de coupe**  $P_c$  peut s'écrire :

La puissance de coupe est exprimée en kiloWatt

$$P_c = \frac{A_D \times k_c \times V_c}{60 \cdot 10^3}$$

$mm^2$        $N/mm^2$        $m/min$

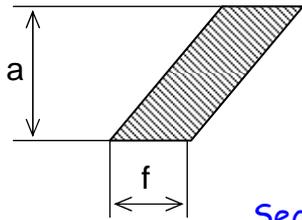
kW

À l'aide des abaques de calcul de puissance en tournage comme en fraisage (page 4 et 5), il est possible de déterminer  $P_c$  en fonction des données pour un usinage (paramètres de coupe, outil utilisé, matière usinée, machine).

Ces abaques sont des outils permettant de s'affranchir de la formule de calcul de puissance de coupe.

## 2- Puissance de coupe en tournage absorbée par la broche :

Si l'on considère la section de copeau :



Section du copeau

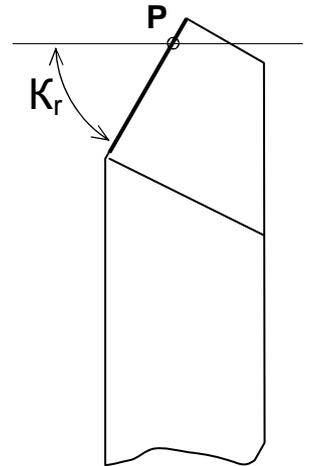
La section du copeau s'écrit :

$$A_D = f \times a$$

Avance

Profondeur de passe

Pour un outil donné :



La formule de la puissance de coupe peut s'écrire :

$$P_c = \frac{f \times a \times k_c \times V_c}{60 \cdot 10^3}$$

mm/tr      mm      N/mm<sup>2</sup>      m/min

kW

En BEP, nous utiliserons l'abaque de calcul de puissance de coupe de tournage (page 4), pour déterminer  $P_c$ .

**ATTENTION** : L'unité de  $k_c$  sur l'abaque de la pages 4, est exprimée en daN/mm<sup>2</sup> !

**Exemple** : Usinage d'un arbre de scie en ébauche.

Données :  $\varnothing 50\text{mm}$

- Matière usinée C48 pour une pression spécifique de coupe  $k_c = 2500 \text{ N/mm}^2$
- Profondeur de passe  $a = 4\text{mm}$
- Vitesse de coupe  $V_c = 160\text{m/min}$
- Avance  $f = 0,4\text{mm/tr}$
- Outil PSBN ( $K_r = 75^\circ$ ) à coupe négative
- Machine outil utilisée : tour parallèle conventionnel, rendement  $\eta = 0,6$

**Question** : A l'aide de l'abaque de puissance de coupe en tournage, déterminer la puissance consommée par le moteur pour réaliser cet usinage.

Réponse :  $P_c = 16 \text{ kW}$

### 3- Puissance de coupe en fraisage absorbée par la broche :

Illustration d'une dent en prise :

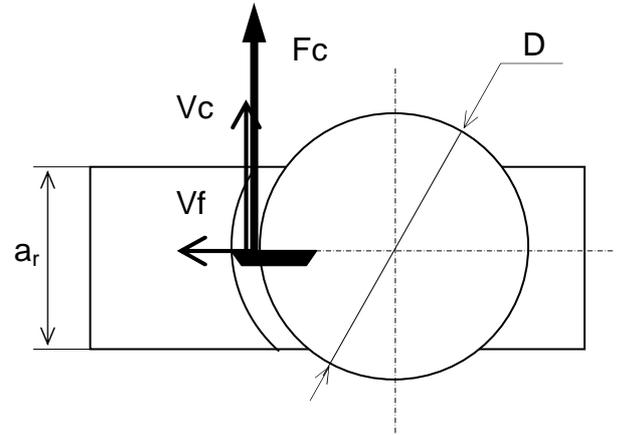
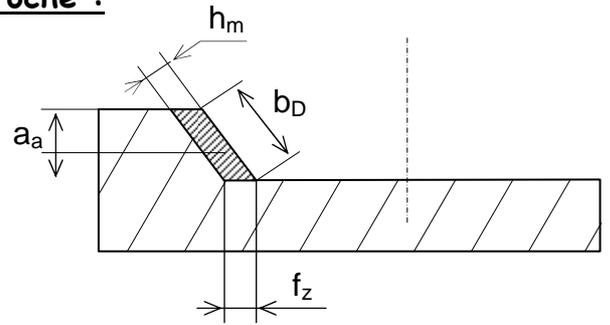
La section du copeau moyen peut s'écrire :

$$A_{Dm} = h_m \cdot b_D$$

La puissance développée par  $F_c$  peut s'écrire :  
Avec  $Z'$  : nombre de dents en prise.

$$P_c = \frac{A_{Dm} \times k_c \times V_c \times Z'}{60 \cdot 10^3}$$

$mm^2$   $N/mm^2$   $m/min$   $dents$   
 $kW$



Il est alors possible d'en déduire la formule de la puissance de coupe à la broche :

$$P_c = \frac{a_a \times a_r \times f_z \times Z' \times k_c \times V_c}{\pi \cdot D \cdot 60 \cdot 10^3}$$

$mm$   $mm$   $mm/tr/dent$   $dents$   $N/mm^2$   $m/min$   
 $kW$   $mm$

En BEP, nous utiliserons l'abaque de calcul de puissance de coupe de fraisage (page 5), pour déterminer  $P_c$ .

**Exemple :** Usinage d'un guide lame en ébauche

- Données : Matière usinée **C38** pour une pression spécifique de coupe  $k_c = 2533 \text{ N/mm}^2$   
 Largeur fraisée  $a_r = 105 \text{ mm}$  et profondeur de passe  $a_a = 3 \text{ mm}$   
 Vitesse de coupe  $V_c = 100 \text{ m/min}$   
 Fraise tourteau à plaquettes carbures  $\varnothing 125$   
 Avance  $f_z = 0,3 \text{ mm/tr}$   
 Nombre de dents  $Z = 8$   
 Rendement du moteur de :  $\eta = 0,8$

**Question :** A l'aide de l'abaque de puissance de coupe en fraisage, déterminer la puissance consommée par le moteur pour réaliser cet usinage.

Réponse :  $P_c = 12,5 \text{ kW}$

