

Durée de vie des outils de coupe

La qualité du travail d'un outil de coupe dépend de son degré d'usure.

Cette usure a une influence directe sur :

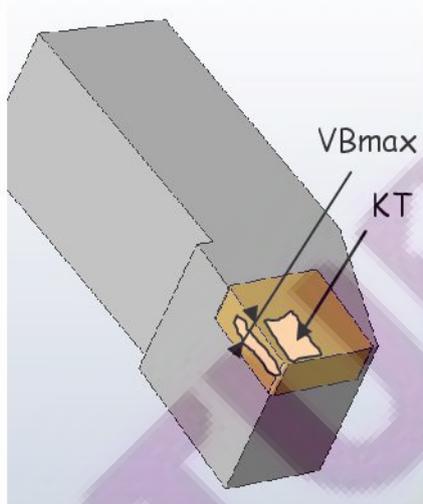
- La qualité de la surface obtenue
- La tenue de l'outil dans le temps (plus il sera usé, plus il s'usera vite)
- La puissance nécessaire à la coupe (plus il sera usé, moins il coupera)

La durée de vie de l'outil sera conditionnée en fonction de son degré d'usure.

Sur le poste de travail, la durée de vie de l'outil s'exprimera comme :

- un volume de copeaux produit entre deux changements d'arête,
- un nombre de pièces usinées entre deux changements d'arête,
- une longueur usinée entre deux changements d'arête.

Critère d'usure :



L'usure en dépouille V_b :

Elle s'observe sur la face de dépouille principale. Elle apparaît suivant une bande striée brillante, parallèle à l'arête de coupe principale.

L'usure en cratère K_T :

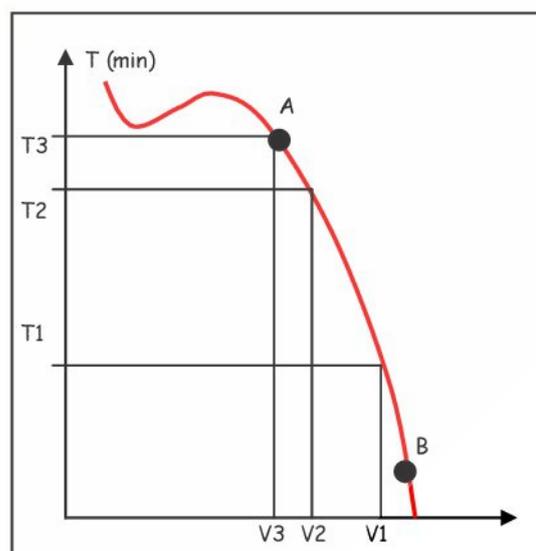
Elle s'observe sur la face de coupe et apparaît sous forme d'une cuvette créée par le frottement du copeau sur cette face.

Loi d'usure :

- Principe

on fixe une vitesse de coupe V_i et on usine avec l'outil jusqu'à ce que le critère d'usure soit atteint (généralement $V_B=0,3$) et on note le temps effectif de coupe T_i .

- En reportant sur un graphe les couples (V_i, T_i) , on obtient une courbe qui a cette allure.



Dans la zone A-B, on peut écrire :

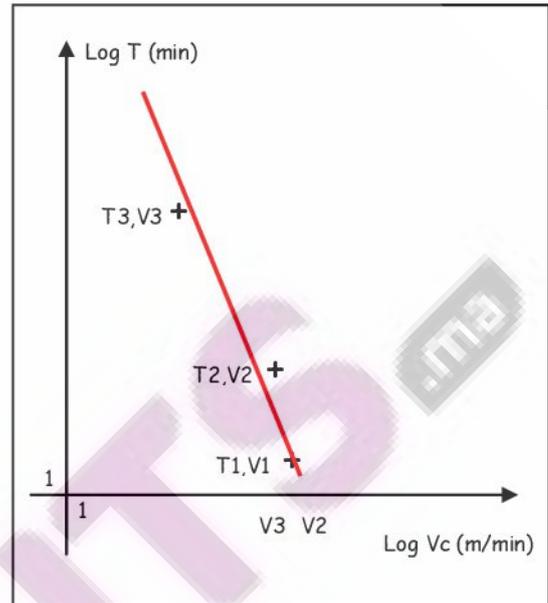
$$T = C_v \times V^k$$

Modèle de TAYLOR simplifié, C_v et k sont des coefficients.

Représenté dans un repère à coordonnées logarithmiques, la portion A-B est pratiquement une droite.

$$\text{Log } T = \text{Log } C_v + k \text{ log } V$$

Si on connaît la durée de vie T_1 pour la vitesse de coupe V_1 , et la durée de vie T_2 pour la vitesse de coupe V_2 , alors on peut déterminer facilement C_v et k .



$$k = \frac{\log T_0 - \log T_1}{\log V_0 - \log V_1} \quad C_v = 10^{(\log t - k \log v)}$$

k dépend surtout de l'outil. Il est seulement possible de dire qu'il se situe entre -12 et 1.

C_v dépend surtout du matériau usiné et des conditions de coupe. Il est encore plus difficile de lui donner un ordre de grandeur : $10^4 < C_v < 10^{14}$

Dans la pratique, on trouvera la valeur de la vitesse de coupe dans des bases de données fournies par les fabricants qui ont réalisés des campagnes expérimentales pour déterminer les valeurs de C_v et de k en fonction des caractéristiques de leurs outils (matière, revêtement, géométrie, ...).

Exemple :

[Sandvik coromant](#)

[TITEX](#) (perçage)

[CSS](#) (fraisage)

Recherche de la vitesse de coupe économique

Le coût de fabrication d'une pièce est la somme de quatre coûts:
 le coût d'utilisation de la machine,
 le coût de l'outil,
 le coût de changement d'outil,
 les frais fixes.

Le coût d'utilisation de la machine C_m :

Il comprend le coût de la coupe (usinage) et les coûts improductifs (approche rapide, dégagement, etc.)

- Le coût de la coupe C_c est le produit du temps de coupe t_c (obtenu par chronométrage ou par calcul) par le taux machine c_m .

$$C_c = T_c \times C_m$$

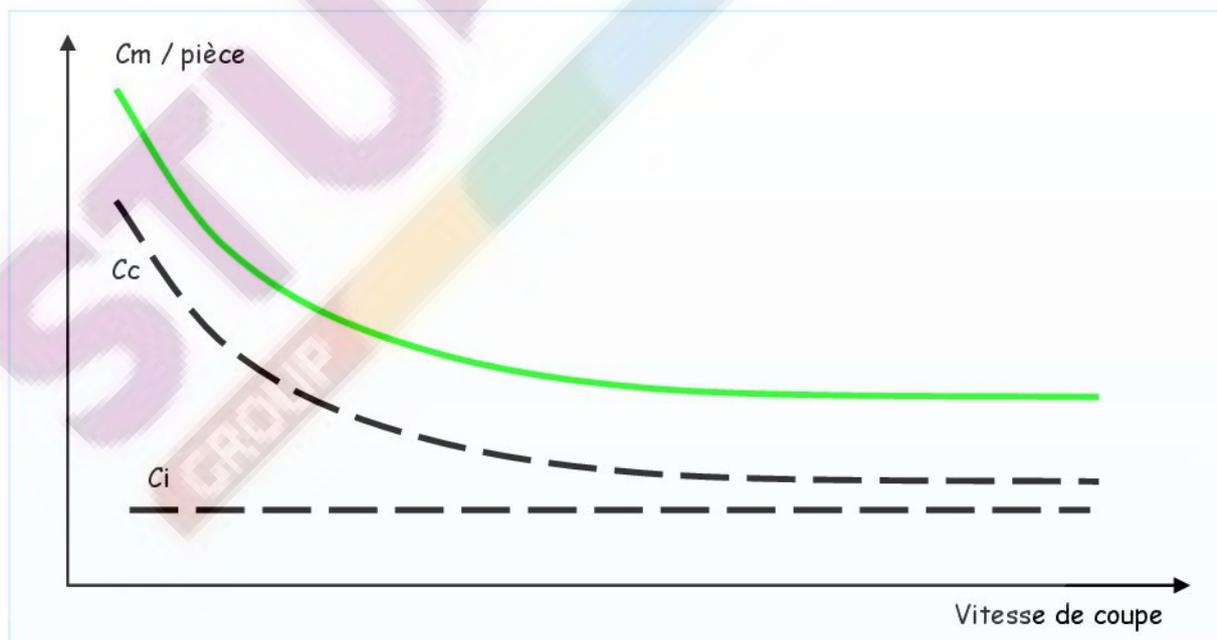
Plus la vitesse de coupe va augmenter, plus le temps de coupe va diminuer.

→ Quand on augmente V_c , on diminue le coût de la coupe.

- le coût improductif est le produit du temps improductif t_i par le taux machine c_m .

$$C_i = T_i \times C_m$$

Les paramètres de coupe ne font pas varier T_i



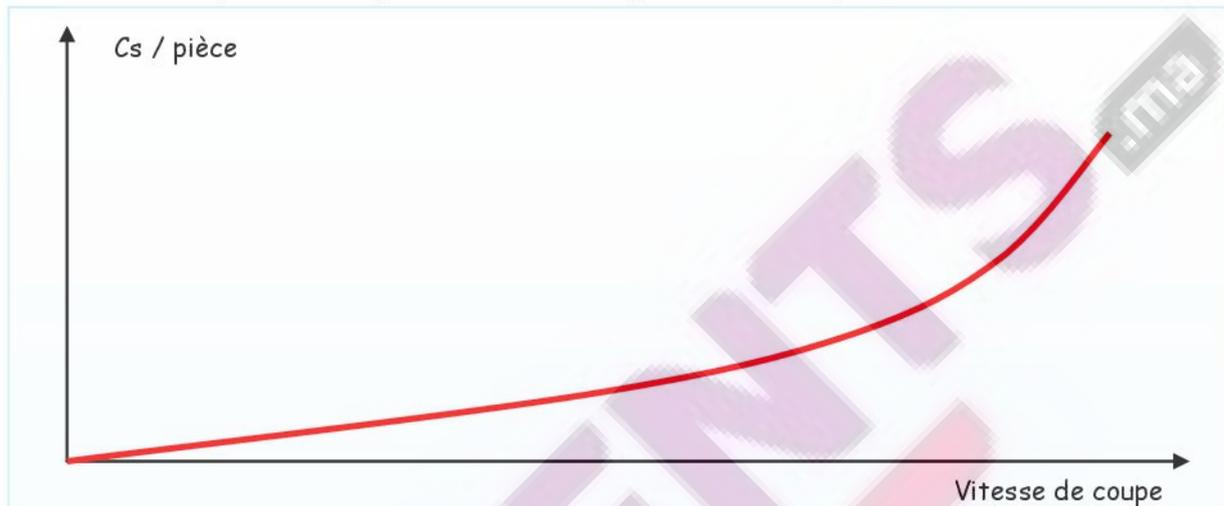
Le coût de l'outil :

C'est le prix d'une arête de coupe (P_o) divisé par le nombre de pièces que l'on peut usiner avec une arête (p).

$$C_s = P_o / p$$

Plus la vitesse de coupe va augmenter, plus le nombre de pièce que l'on pourra usiner avec une arête va diminuer.

→ Quand on augmente V_c , on augmente le coup de l'outil.

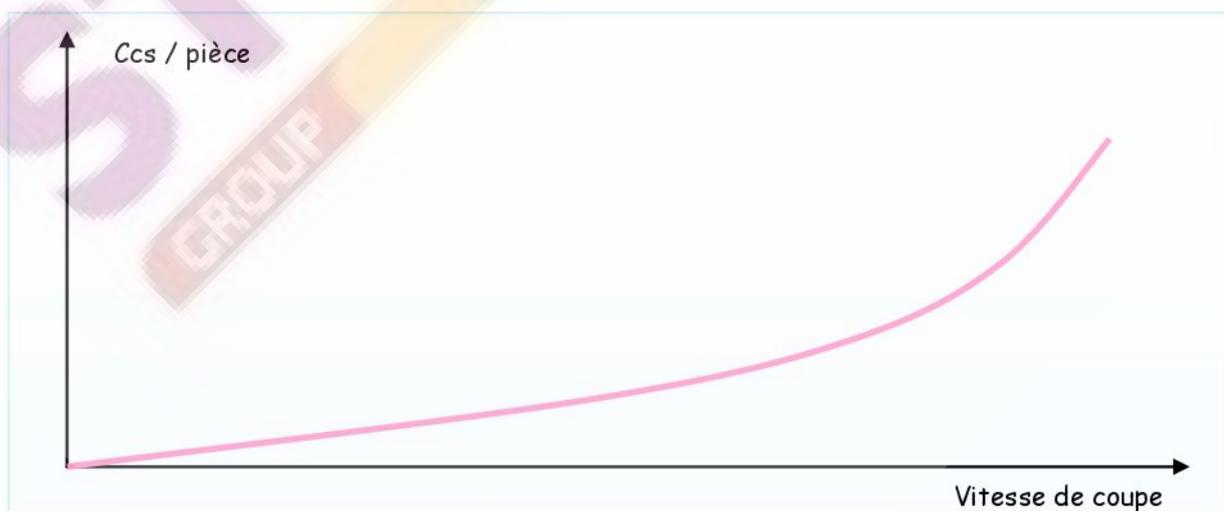
Coût de changement d'outil :

Le coût de changement d'outil C_{cs} est le produit du temps de changement de l'arête de coupe (T_{cs}) par le taux machine (cm), divisé par le nombre de pièce réalisées entre deux changement d'arête (p)

$$C_{cs} = T_{cs} \times cm / p$$

Plus la vitesse de coupe va augmenter, plus le nombre de pièce que l'on pourra usiner avec une arête va diminuer.

→ Quand on augmente V_c , on augmente le coup de changement d'outil.



Les coûts fixes par pièce (Cf):

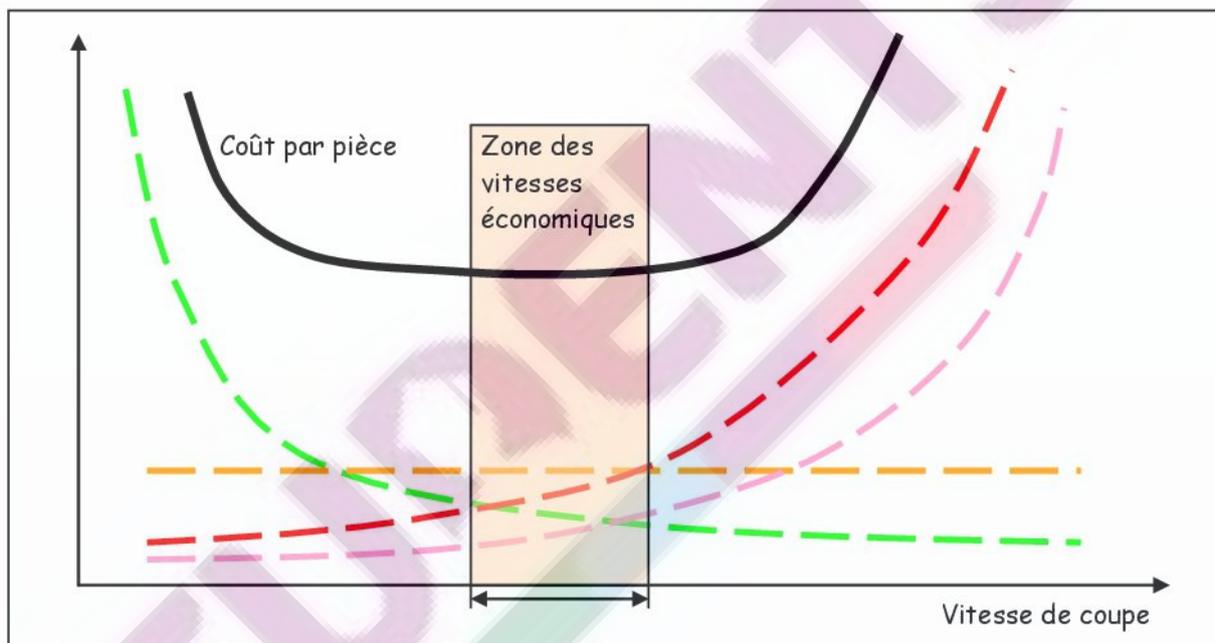
Ils n'interviennent pas dans la recherche de l'optimisation des conditions de coupe.

Notion de vitesse économique:

La vitesse de coupe économique est la vitesse pour laquelle le coût d'usinage de la pièce (C_u) est minimum.

$$C_u = C_m + C_s + C_{cs} + C_f$$

Il existe une zone pour laquelle le coût d'usinage est minimum, c'est la zone des vitesses de coupe économiques

Calcul de la durée de vie économique T_e :

$$T_e = -(k+1) \cdot \left[\frac{P_o}{cm} + T_{cs} \right]$$

Avec $k \rightarrow$ coefficient de Taylor

Calcul de la vitesse de coupe économique V_e :

$$V_e = C_v^{-1/k} \cdot T_e^{1/k}$$

Nb : les frais fixe, les temps improductifs, l'avance, la longueur de passe, et la profondeur de passe n'apparaissent pas dans le calcul de l'optimisation.