

Robert LÉVÊQUE

Ingénieur civil des Mines - Saint-Étienne. Anciennement directeur technique de l'établissement d'Unieux de l'IRSID, spécialiste de la métallurgie des aciers spéciaux, des matériaux résistant à l'usure et des traitements de surface par voie sèche, Robert Lévêque est l'auteur d'un grand nombre d'articles sur les aciers à outils et les traitements de surface pour applications mécaniques.

SOMMAIRE

- 1. Aciers rapides**
- 2. Carbures métalliques**
- 3. Cermets**
- 4. Céramiques**
- 5. Matériaux ultra-durs**
- 6. Sélection des matériaux**
- 7. Renseignements pratiques**



Définition



Remarque



Lien Internet

Les stratégies d'optimisation des processus d'usinage actuellement préconisées visent à l'augmentation de la productivité, de la qualité de surface, ou à réduire les coûts par plusieurs voies :

- recherche du débit optimal d'enlèvement de matière ;
- amélioration de la précision de l'usinage ;
- réduction du nombre d'opérations (traitement thermique et rectification finale par exemple) ;
- recherche d'une plus grande fiabilité au niveau des propriétés d'usage des pièces usinées.

A. Paramètres du couple outil/matière

C'est ainsi qu'à côté de la mise au point de nouvelles familles de matériaux à taux inclusionnaire contrôlé se sont développés de nouveaux procédés d'usinage pour réaliser des produits, soit en matériaux très difficiles à usiner, soit à des coûts de fabrication réduits.

On peut citer à titre d'exemple les techniques d'**usinage dur** et d'**usinage à grande vitesse (UGV)**. Dans le premier cas, il s'agit d'une technique en plein essor dans les entreprises de mécanique car elle réduit le nombre d'opérations. Dans le second cas, il s'agit d'un véritable saut technologique avec des caractères spécifiques qui impliquent des stratégies et des gammes d'usinage différentes de celles pratiquées aux vitesses conventionnelles.

Ces techniques d'usinage n'ont pu se développer que grâce à l'augmentation des performances des matériaux pour outils de coupe, à l'amélioration de la rigidité des machines outils et à la détermination des conditions de coupe optimales sur la base des paramètres caractéristiques des couples outil-matière mis en œuvre.

L'opération d'usinage par enlèvement de matière met en présence un outil et la pièce à usiner. La figure 1 représente le couple outil/matière dans le cas de l'opération de tournage que nous prendrons comme exemple avec les principaux paramètres de coupe.

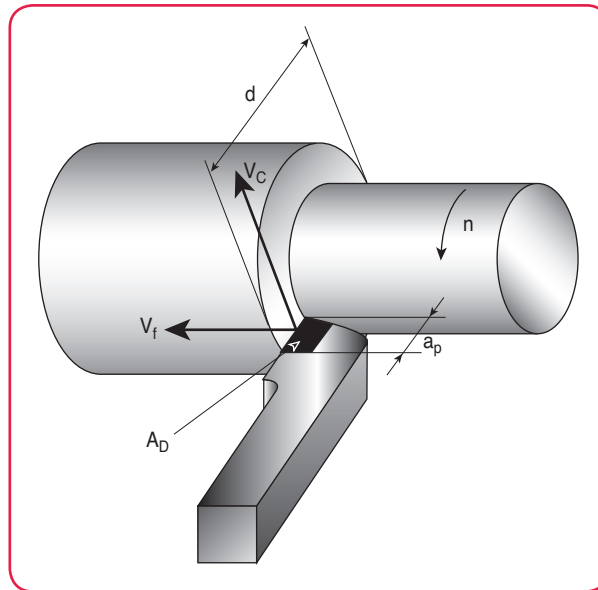
La productivité dans l'opération d'usinage est liée au **taux d'enlèvement de matière** qui, dans le cas du tournage, est égal à :

$$a_p \times f \times V_c$$

avec

- a_p : profondeur de passe (mm) ;
- f : avance par tour (mm) ;
- V_c : vitesse de coupe (m/min).

Un **outil** est constitué d'une **partie active** et d'un corps qui supporte l'arête de coupe. Son aptitude à l'emploi dépend de sa conception, de la géométrie de la partie active et de la nature du matériau constituant cette partie active.



F.1 – Paramètres de coupe en tournage. a_p : profondeur de passe (mm) ;
 f : avance par tour (mm) ; V_f : vitesse d'avance (mm/min), soit $f \times n$;
 V_c : vitesse de coupe (m/min).

B. Endommagement des outils de coupe

Si l'on fait un inventaire des configurations de coupe que l'on rencontre dans un atelier d'usinage, on observe une très grande diversité des vitesses de coupe (entre 10 et plusieurs milliers de m/min), de la géométrie des copeaux et de leurs conditions d'évacuation, de la rigidité du contact pièce usinée/outil, de la nature et de la géométrie des outils. Dans une telle variété de configurations de coupe, il n'est pas surprenant d'observer une grande variété de faciès de dégradation. Ces mécanismes d'endommagement sont maintenant bien connus, notamment :

- l'**usure abrasive** provoquée par la présence d'un troisième corps contenant des particules de haute dureté dans le contact copeau/outil ;
- l'**usure adhésive** liée au frottement copeau/outil, et qui va prendre de plus en plus d'importance lorsque la vitesse de coupe croît, notamment dans le cas de certains matériaux comme les aciers inoxydables et les alliages à base de nickel ou de cobalt, ainsi que les alliages de titane ;
- l'**usure par diffusion** que l'on retrouve aux vitesses de coupe élevées, conséquence d'une diffusion du matériau usiné vers l'outil et donc d'une fragilisation de ce dernier (par exemple : usinage de matériaux à base de fer avec des outils en carbures à liant au cobalt) ;
- l'**usure par fatigue mécanique** qui est liée à l'apparition de phénomènes vibratoires de natures diverses : élimination partielle d'arête rapportée sur l'outil, apparition d'instabilités dans la formation du copeau en passant du copeau continu au copeau segmenté ;
- l'**usure par fatigue thermique** dans le cas d'outils de très faible conductivité thermique (notamment les céramiques) avec de très grandes vitesses de coupe (UGV par exemple).