

Angles de coupe du tournage

L'objectif de ce document est de se familiariser aux principaux angles de coupe d'un outil dans le cadre du tournage et à la façon dont ils sont définis. Le choix des angles de coupe impacte directement le choix de l'outil utilisé, c'est donc une étape indispensable pour comprendre la géométrie des outils.

Nous allons ici nous intéresser à une opération de chariotage. L'arête de coupe principale est représentée en rouge, l'arête de coupe secondaire est représentée en vert. Le copeau s'écoule sur la face de coupe. Les faces de dépouille principale et secondaire sont perpendiculaires à la face de coupe, passant respectivement par l'arête de coupe principale et secondaire.

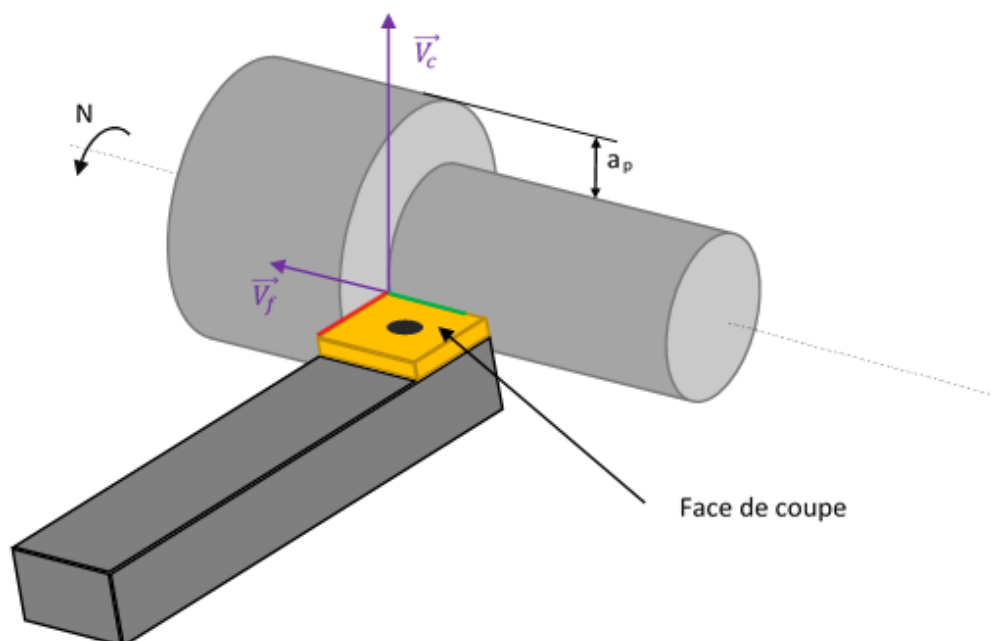


Figure 1 : Vitesse de coupe et vitesse d'avance en tournage

Afin de définir les angles de coupe, il est nécessaire de définir certains plans. On se place sur un point de l'arête de coupe M .

Le plan de référence P_r est un plan perpendiculaire à la vitesse de coupe \vec{V}_c passant par M .

Le plan de travail conventionnel P_f est perpendiculaire à P_r et contient M et \vec{V}_f .

Le plan d'arête de l'outil P_s est perpendiculaire à P_r et il contient la tangente à l'arête de coupe en M .

Le plan orthogonal P_o est perpendiculaire au plan de référence P_r et au plan d'arête P_s , passant par M .

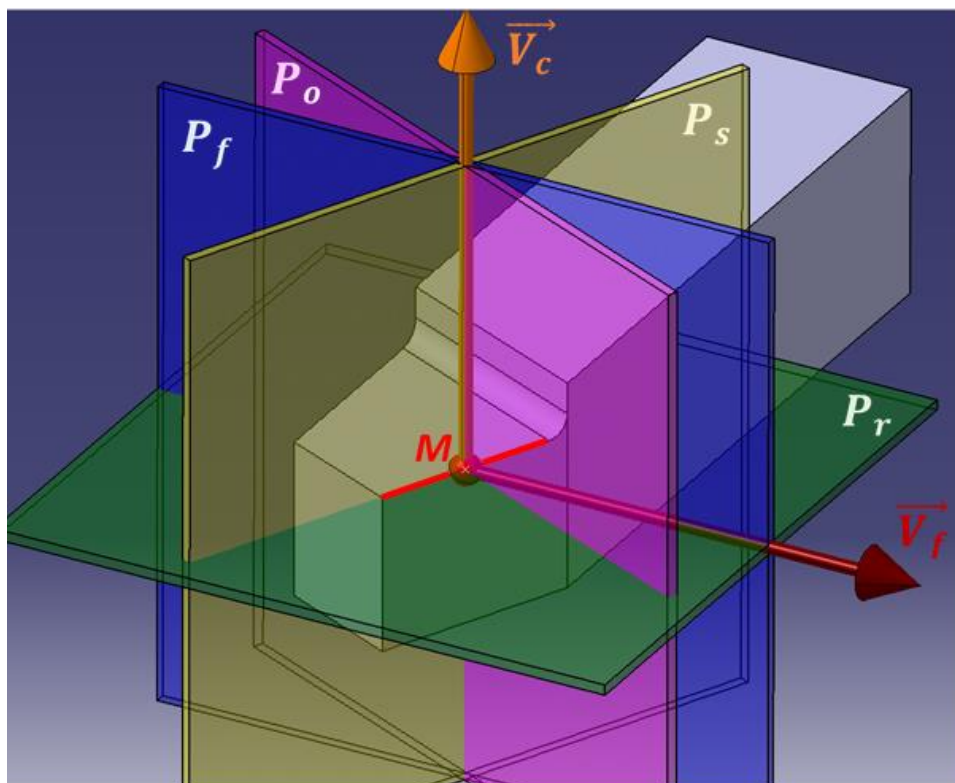
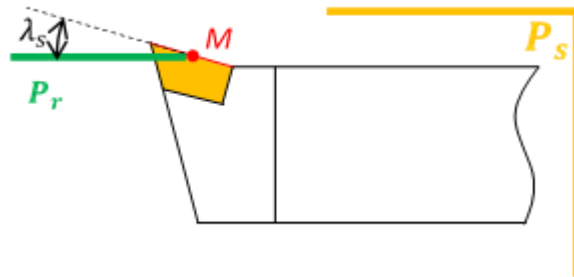


Figure 2 : Les différents plan d'un outil de tournage

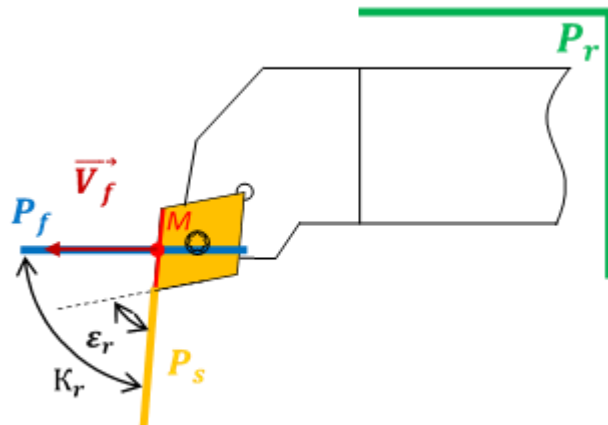
En se plaçant dans le plan P_s :

L'angle d'inclinaison d'arête λ_s « Lambda s » : Il s'agit d'un angle aigu mesuré dans P_s compris entre P_r et la tangente à l'arête au point M . Il peut être positif ou négatif.



En se plaçant dans le plan P_r :

- L'angle de direction d'arête K_r « Kappa r », aussi appelé angle d'attaque : angle mesuré entre P_f et P_s . Il représente l'orientation de l'arête de coupe par rapport à la direction d'avance de l'outil. Il influe sur la géométrie usinée, l'épaisseur de copeau et donc les efforts de coupe, ainsi que sur la fragilité de la pointe de l'outil.
- L'angle de pointe ϵ_r « epsilon r » : angle mesuré entre l'arête de coup principale et l'arête de coup secondaire.



Il est important de noter que l'angle de direction d'arête K_r impacte directement la géométrie usinée. Notamment la possibilité de créer des épaulements à 90° . Un exemple est donnée sur les figures 3 et 4.

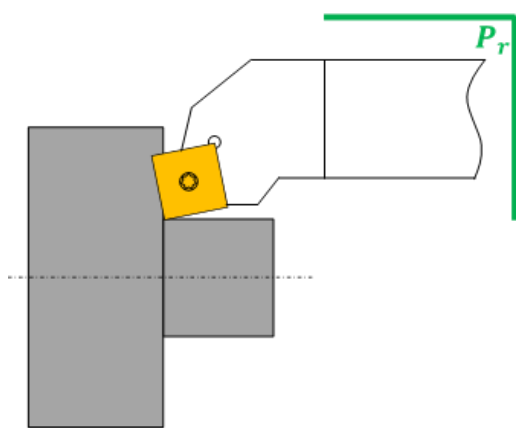


Figure 4 : Outil résistant mais usinage d'épaulement impossible

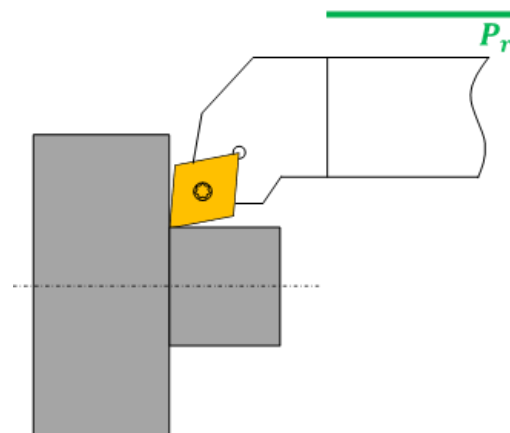


Figure 3 : Outil plus fragile mais usinage d'épaulement possible

En se plaçant dans le plan P_o :

Ici, il est important de faire la différence entre les angles outil en main (caractéristiques de l'outil) et les angles lorsque l'outil est en travail (en lien avec les conditions de coupe). Lorsque l'outil est en travail, on utilise $\vec{V}_{o/p}$ (Vitesse de l'outil par rapport à la pièce) à la place de \vec{V}_c et il sera plus pertinent de considérer les angles de coupe et de dépouille effectifs : γ_e et α_e .

$$\vec{V}_{o/p} = \vec{V}_c + \vec{V}_f$$

Le lien entre les angles effectifs et les angles outil en main est :

$$\gamma_e = \gamma_o + i \quad \text{et} \quad \alpha_e = \alpha_o - i \quad \text{Avec :} \quad i = \text{atan} \left(\frac{V_f}{V_c} \right)$$

Si $\alpha_e \leq 0$ on a du talonnage.

- L'angle de dépouille orthogonal α_e « alpha e » : angle aigu compris entre $V_{o/p}$ et la face de dépouille. On veillera à l'avoir constamment positif pour éviter les problèmes de talonnage.
- L'angle de taillant orthogonal β_o « bêta o » : angle mesuré entre la face de coupe et la face de dépouille. C'est une caractéristique directe de l'outil.
- L'angle de coupe orthogonal γ_e « gamma e » : angle aigu mesuré entre perpendiculaire à $\vec{V}_{o/p}$ et la face de coupe. Il peut être positif ou négatif et il joue directement et principalement sur les efforts de coupe.

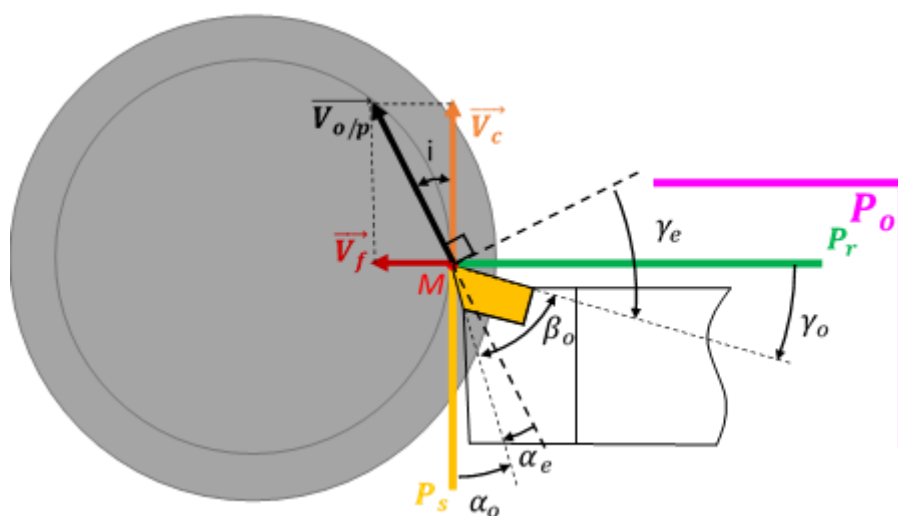


Figure 5 : Différence entre outil en main et outil en travail

La relation suivante est toujours vrai :

$$\alpha_o + \beta_o + \gamma_o = 90^\circ \text{ et } \alpha_e + \beta_o + \gamma_e = 90^\circ$$

Un angle de coupe effectif γ_e positif permet d'avoir un effort de coupe moins important et de limiter les vibrations. En contrepartie, l'outil est plus fragile. On utilisera un angle de coupe effectif positif pour les matériaux tendre (aluminium) et sur les machines avec une puissance à la broche limitée.

Un angle de coupe effectif γ_e négatif à l'inverse va générer des efforts de coupe plus importants et va demander une machine plus puissante et plus rigide. Toutefois, cela permet d'avoir des plaquettes réversibles et d'avoir un outil plus résistant.

« Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du **Programme d'Investissements d'Avenir** portant la référence **ANR-20-NCUN-0009** ».