

Chaîne vectorielle

L'objectif de ce document est de présenter la chaîne vectorielle qui permet à la machine de connaître la position de l'outil et de la pièce dans son espace de travail. Pour cela, une fraiseuse 3 axes est étudiée. Son schéma cinématique simplifié est donné ci-dessous.

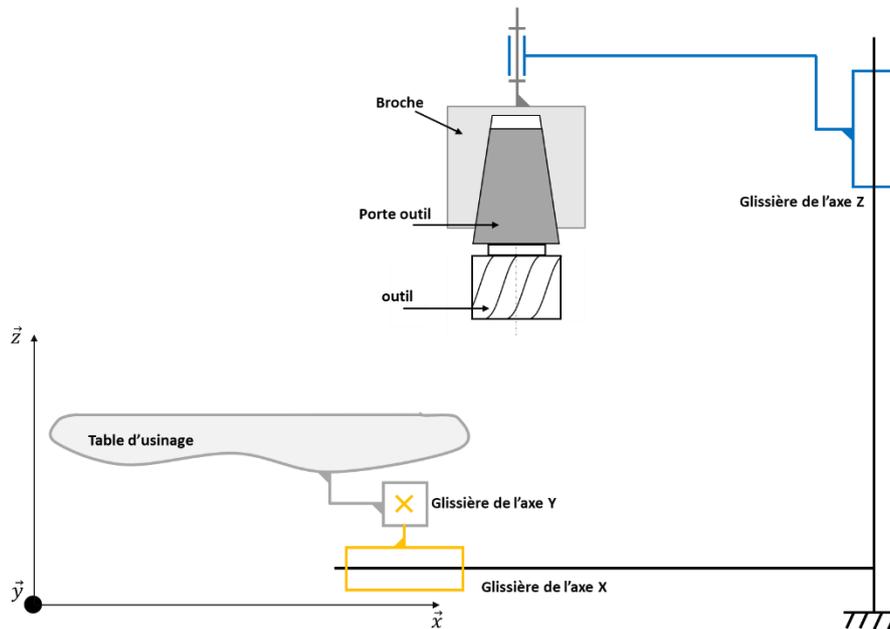


Figure 1 : Schéma cinématique simplifié d'une fraiseuse 3 axes

L'objectif est de pouvoir piloter la pointe de l'outil par rapport à un point de la pièce que l'on aura définie au préalable en créant le programme d'usinage.

Définissons dans un premier temps l'origine machine. Cette origine correspond aux positions des axes quand ils touchent les capteurs de fin de course. Cette origine ne change pas et l'emplacement a été choisi par le constructeur. Cette étape est effectuée lors du démarrage de la machine. L'origine machine est appelé *OM*. A noter que le constructeur peut aussi définir une origine de mesure notée *om* différente de l'origine machine. Dans notre exemple, *OM* et *om* sont confondues.

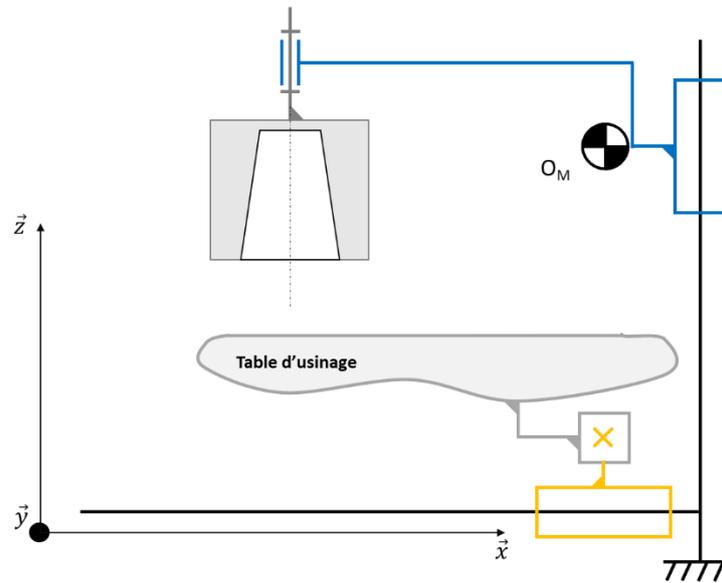


Figure 2 : Origine machine repérée par la machine par la butée des axes

Il y a ensuite l'origine du porte outil, notée R . Dans l'exemple du fraisage il s'agit du point d'intersection de l'axe de la broche et du plan de jauge du cône de l'outil. Le constructeur a renseigné la position l'origine porte outil par rapport la glissière de l'axe Z sous la forme d'un vecteur constant. La machine connaît donc la position de l'origine du porte pièce par rapport à l'origine machine grâce à ce vecteur constant et la position de la glissière de l'axe Z.

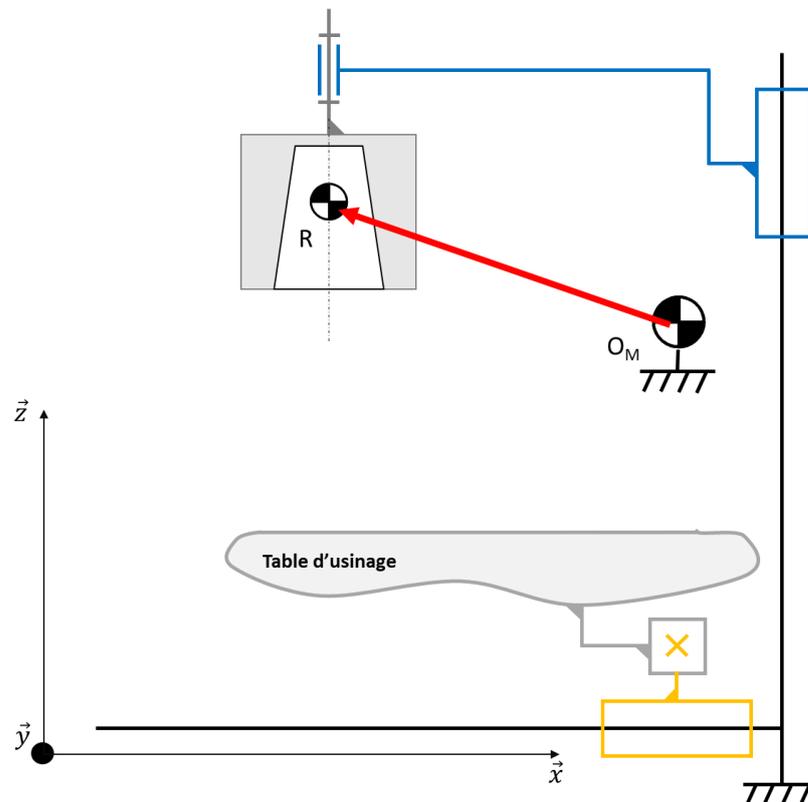


Figure 3 : Origine du porte-outil

La position de la pointe de l'outil, appelé le point programmé P_G est maintenant repéré. Pour cela, il faut connaître la distance entre l'origine porte outil R et la pointe de l'outil. Avant de monter l'outil dans la machine, cette distance appelé jauge outil est mesuré dans une machine de mesure spécialisée. La jauge outil est différente pour chaque outil et doit être remesuré dès que l'on change les plaquettes de l'outil ou que l'on démonte l'outil de son porte outil. Cette mesure permet aussi d'obtenir le diamètre de l'outil. Ainsi, grâce à la jauge outil et la position de l'origine porte outil, la machine connaît la position du point programmé par rapport à l'origine machine.

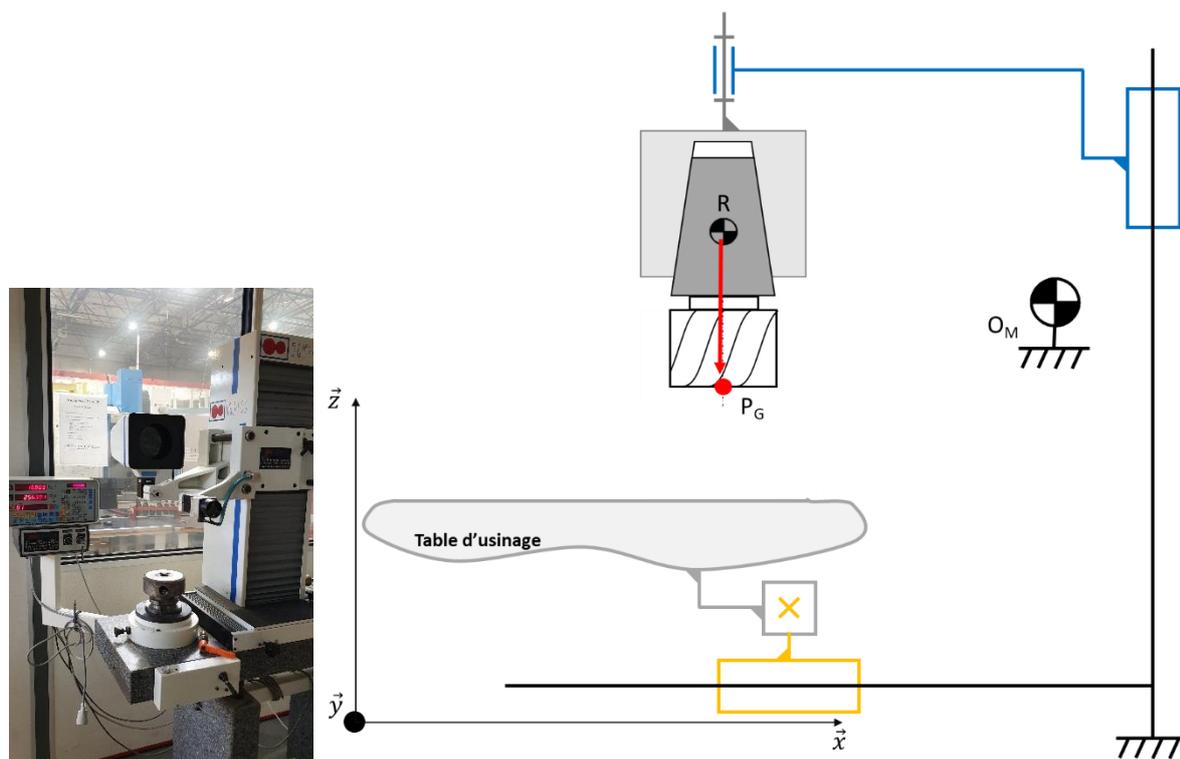


Figure 4 : Banc de mesure de jauge outil (à gauche) et position du centre de l'outil (à droite) aussi appelé point programmé

Il faut maintenant repérer l'origine programme notée OP . Celle-ci est définie lors de la création du programme d'usinage. Dans notre exemple, elle sera confondues avec l'origine de la mise en position Op mais cela peut ne pas être le cas. Pour que la machine connaisse la position de l'origine programme, un palpeur est monté dans la broche de la machine-outil. La jauge outil du palpeur a été mesurée au préalable. On vient alors mesurer successivement la position suivant l'axe X, Y puis Z de l'origine programme. A noter que la machine prend en compte le diamètre de la bille du palpeur pour définir l'origine programme suivant X et Y.

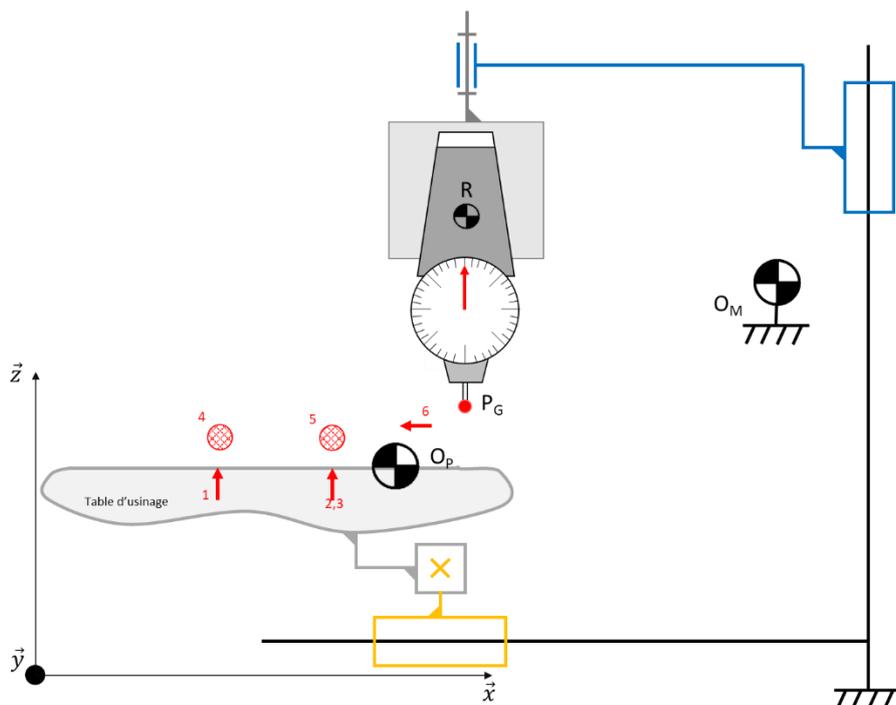


Figure 5 : Utilisation d'un palpeur pour repérer l'origine programme

Une fois ces origines renseignée dans la machine, il est possible de piloter la position de la pointe de l'outil par rapport à l'origine programme avec la relation suivante :

$$\overrightarrow{O_P P_G} = \overrightarrow{O_P O_M} + \overrightarrow{O_M R} + \overrightarrow{R P_G}$$

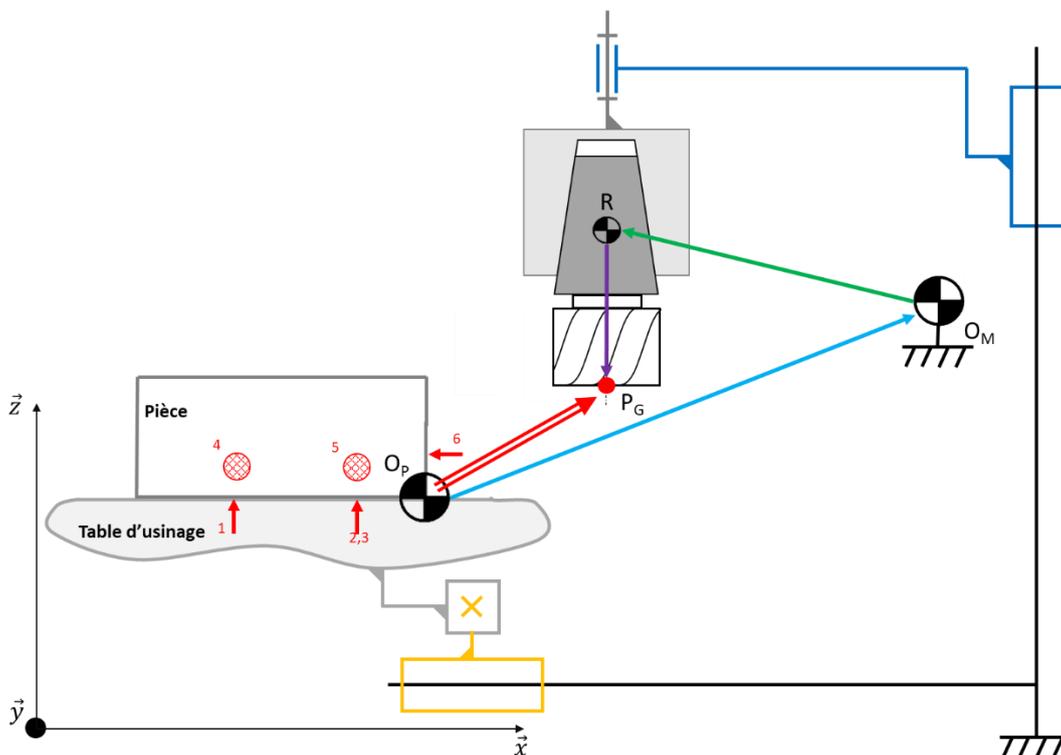


Figure 6 : Chaîne vectorielle permettant de piloter la pointe de l'outil par rapport à l'origine programme

Exemple d'usinage d'un épaulement :

Dans cette exemple, un épaulement est usiné dans un brut de 70*40*40 mm. Deux côtes de fabrication permettent de définir cette épaulement. Elles sont visibles sur la figure 7. L'outil utilisé est une fraise 2 tailles de diamètre 32 mm.

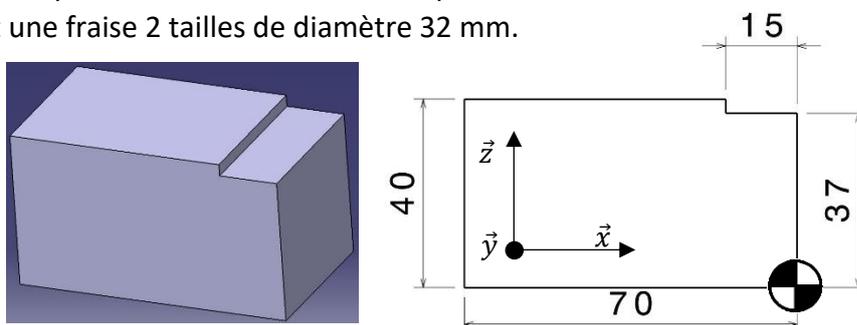


Figure 7 : Pièce usinée dans cet exemple

Pour usiner cet épaulement, la première étape est de positionner l'outil correctement à l'extérieur de la pièce avec la bonne côte en X.

Le point piloté est le centre de l'outil est l'outil a un diamètre de 32 mm, pour usiner un épaulement de 15mm suivant X, la pointe de l'outil doit donc être à 1 mm de l'origine programme suivant X.

La pièce à une épaisseur de 40 mm suivant l'axe Y. Afin que l'outil soit à l'extérieur de la pièce, la pointe de l'outil est donc placée à $40 + 16 + 2 = 58$ mm de l'origine programme suivant Y. On choisit ici 2 mm de marge de sécurité.

La pièce à une hauteur de 40 mm suivant l'axe Z. La pointe de l'outil est donc placée à $40 + 2$ mm de l'origine programme. Ici aussi il y a 2 mm de marge de sécurité. La première coordonnée est donc : X1 Y58 Z42

Ensuite, l'outil descend à la côte voulu, la deuxième coordonnée est donc : X1 Y58 Z37

Puis, une translation suivant l'axe Y est effectuée pour réaliser l'épaulement. L'outil doit sortir entièrement de la pièce, la pointe de l'outil finis son mouvement en Y-18. La troisième coordonnée est donc : X1 Y-18 Z37

Enfin, l'outil remonte à une hauteur de sécurité, ici 42mm. Au final, la partie du programme d'usinage permettant d'usiner l'épaulement est :

X1 Y58 Z42
Z37
Y-18
Z42

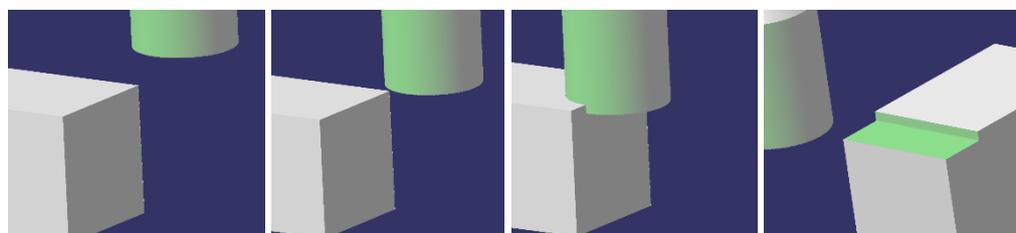


Figure 8 : Programme d'usinage

Figure 9 : Illustrations des différentes étapes de l'usinage d'un épaulement

« 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** ».