

La mise en position

Afin de réaliser une opération d'usinage, il est impératif de positionner et fixer la pièce que l'on souhaite usiner sur la table d'usinage d'une fraiseuse ou dans le mandrin d'un tour. Pour cela, il est nécessaire de supprimer les 6 degrés de liberté entre la pièce et la table d'usinage ou le mandrin. Ces 6 degrés de liberté sont définis ainsi, par rapport à un système d'axes orthogonaux : 3 Translations (T_x , T_y , T_z) et 3 rotations (R_x , R_y , R_z).

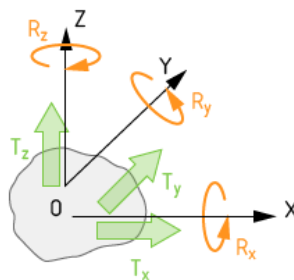


Figure 1 : Repère orthonormé direct utilisé en usinage

On utilise alors les axes normalisés des machines-outils pour définir le repère :

Axe Z : Axe de la broche principale

Axe X : Axe perpendiculaire à Z et ayant le plus grand déplacement possible

Axe Y : Axe formant un trièdre direct avec X et Z

La mise en position :

Lorsque l'on réfléchit à la mise en position d'une pièce, on cherche à créer une combinaison de liaison cinématique qui engendre un encastrement. Un exemple théorique est donné ci-dessous pour le fraisage et le tournage :

On cherche à mettre en position la pièce présentée sur la figure X. On réalise dans un premier temps un appui plan (en rouge), on supprime alors la translation suivant Z et la rotation suivant X et Y. Puis on réalise une liaison linéaire rectiligne (en vert) dans un plan situé à 90° de l'appui plan. On supprime alors la translation suivant Z et la rotation suivant Z. Il ne reste plus que la translation suivant X que l'on supprime à l'aide d'une liaison ponctuelle (en bleu) correctement orientée. Ainsi, si on ne brise aucune liaison, c.-à-d. que les ponctuelles restent toujours en contact avec les surfaces, on obtient un encastrement et la pièce est donc mise en position.

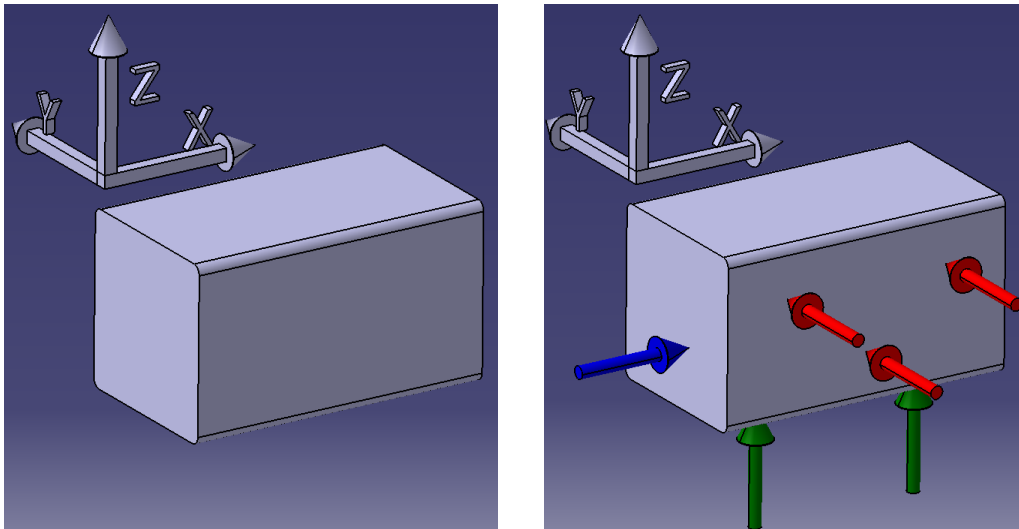


Figure 2 : Exemple d'une mise en position d'une pièce prismatique en fraisage

Si l'on applique maintenant cet exemple à un cas réel, on obtient que l'appui plan est réalisé par le mors fixe de l'étau, la liaison linéaire rectiligne est réalisée par une clavette insérée dans un montage d'usinage, enfin la ponctuelle est réalisée à l'aide d'une tête de vis fixé dans le montage d'usinage.

Regardons maintenant le cas du tournage, la pièce étudiée est présentée sur la figure ci-dessous. On réalise dans un premier temps un appui plan (en rouge), on supprime alors la translation selon Z, la rotation suivant X et la rotation suivant Y. Puis on réalise une liaison linéaire annulaire (en bleu), on supprime alors la translation suivant X et Y. Il ne reste alors que la rotation suivant Z, ce dernier degré de liberté est habituellement supprimé par adhérence lors du serrage de la pièce dans les mors. Cette mise en position est une des façons les plus courantes de mettre en position une pièce dans un tour. L'autre étant de réaliser une liaison pivot glissant à la place de la liaison linéaire annulaire et une liaison ponctuelle à la place de l'appui plan. On utilisera l'une ou l'autre en fonction du rapport diamètre/longueur de la pièce.

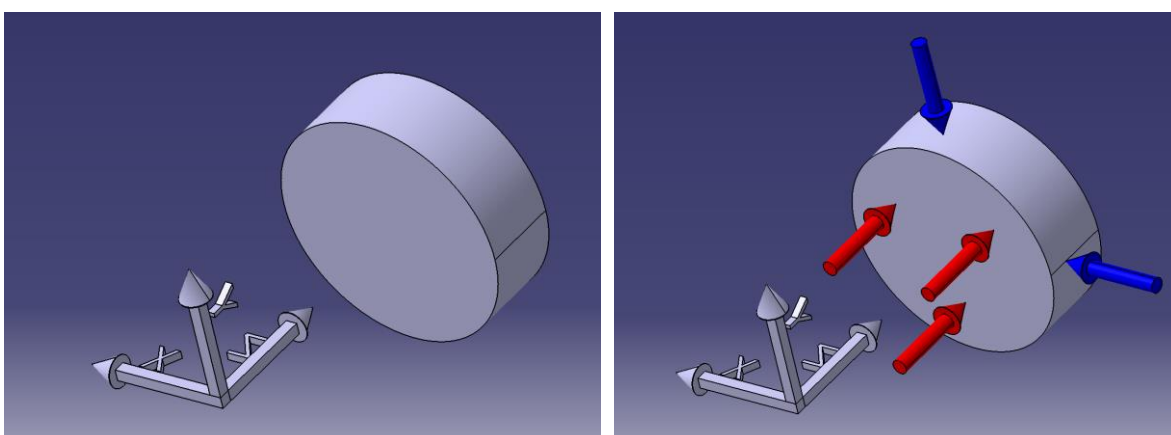


Figure 3 : Exemple de mise en position d'une pièce de révolution dans le cadre du tournage.

Si la surface prise dans les mors est une surface usinée fonctionnelle, on utilisera des mors doux usinée dans une matière plus tendre que la pièce usinée (souvent de l'aluminium).

Il est important de bien orienter les liaisons que l'on utilise pour réaliser la liaison encastrement. Par exemple sur la figure X, l'appui plan (en rouge) supprime la translation suivant Y et la rotation suivant Z et X, la ponctuelle supprime la translation suivant X et la liaison linéaire rectiligne supprime la translation suivant Z et la rotation suivant X. Or la rotation suivant X est déjà supprimer par la liaison appui plan. Au final la mauvaise orientation de la liaison linéaire rectiligne fait que la rotation suivant Y n'est pas supprimée.

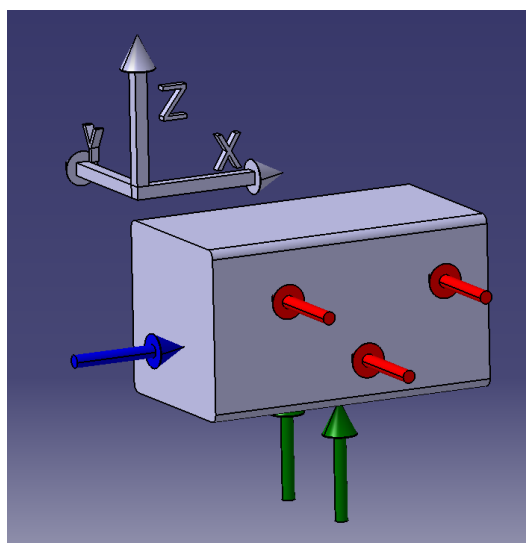


Figure 4 : Exemple d'une *mauvaise* mise en position

Les liaisons ponctuelles qui forment des liaisons plus complexes (appui plan, pivot, ect...) doivent être le plus espacées possible afin d'assurer une meilleure stabilité de la pièce durant l'usinage. Un exemple est donné ci-dessous avec un appui plan.

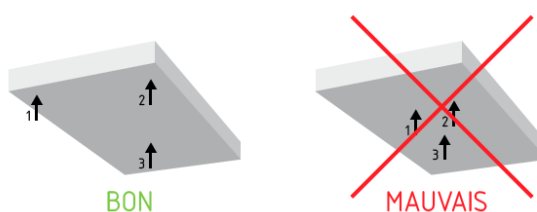


Figure 5 : Exemple de bonne répartition des liaisons ponctuelles pour réaliser un appui plan.

Représentation normalisée d'un degré de liaison (Liaison ponctuelle) :

Le symbole de base est représenté ci-dessous. Il est noirci pour une meilleure visualisation. La projection éventuelle du symbole est un cercle avec hachures quadrillées. Ce symbole est placé sur la surface concernée par la liaison, du côté libre matière. Ce symbole est normal à la surface.

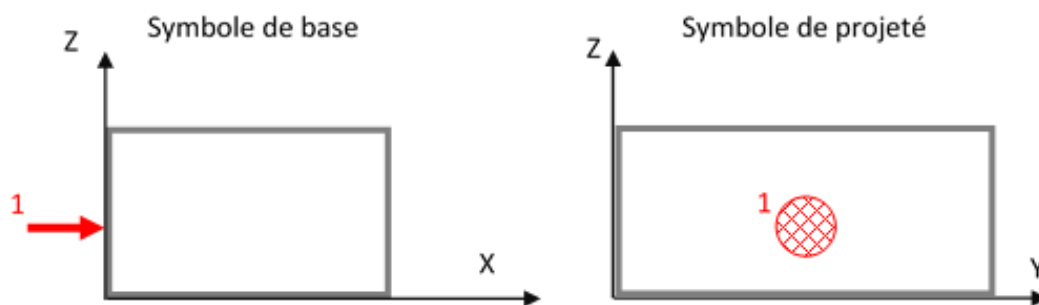


Figure 6 : Symboles simplifiés de mise en position

Il s'agit ici d'une représentation simplifiée de la mise en position. Une symbolisation plus détaillée permettant de retranscrire la nature des contacts sera plutôt utilisée dans des conditions réelles.

Choix des surfaces pour faire une MIP :

Pour l'usinage de pièce plus complexe que les pièces présentés ci-dessus, plusieurs surfaces pourraient être utilisées pour réaliser la mise en position. Afin de choisir au mieux la mise en position de la pièce, il faut regarder la cotation du dessin de définition de la pièce. On choisit ensuite les différentes mises en position successives pour respecter la règle suivante : Une côte relie en priorité deux surfaces usinées dans la même phase d'usinage ou la surface usinée à la surface de mise en position.

Voici un exemple qui illustre cette problématique :

On cherche à usiner une série de pièce, une cote de 50 ± 0.5 mm est présente. Les pièces brutes ont une longueur théorique L_0 mais elles ont été obtenues avec des dispersions sur les longueurs. On distingue les 3 situations sur la figure ci-dessous.

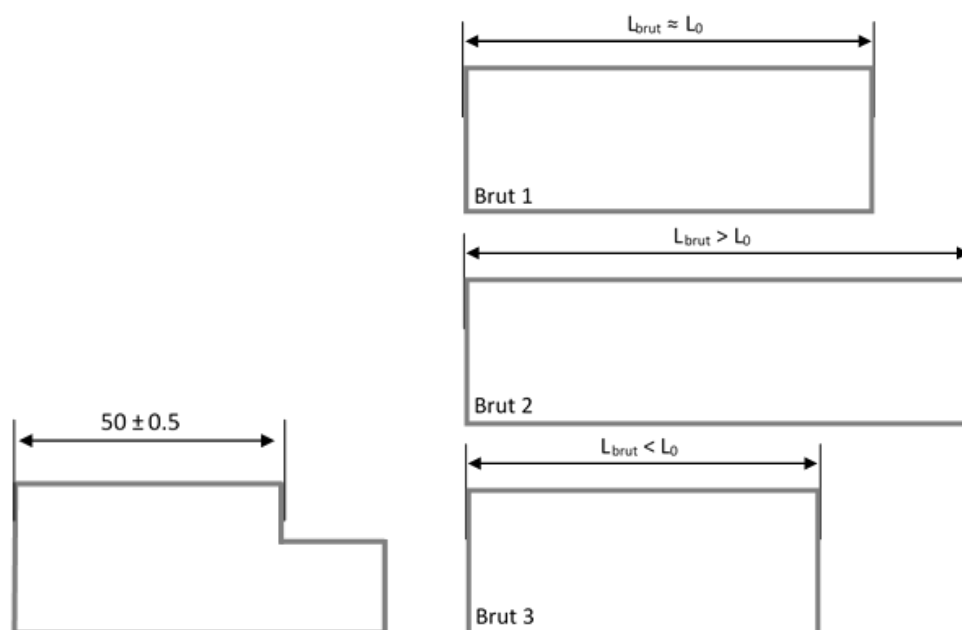


Figure 7 : Pièce usinée (à gauche), pièce brute (à droite)

Etudions deux possibilités, dans la première la mise en position est située à droite de la pièce et la position de l'outil fixe par rapport à la machine (en travail de série, on effectue le réglage une seule fois pour toutes les pièces)

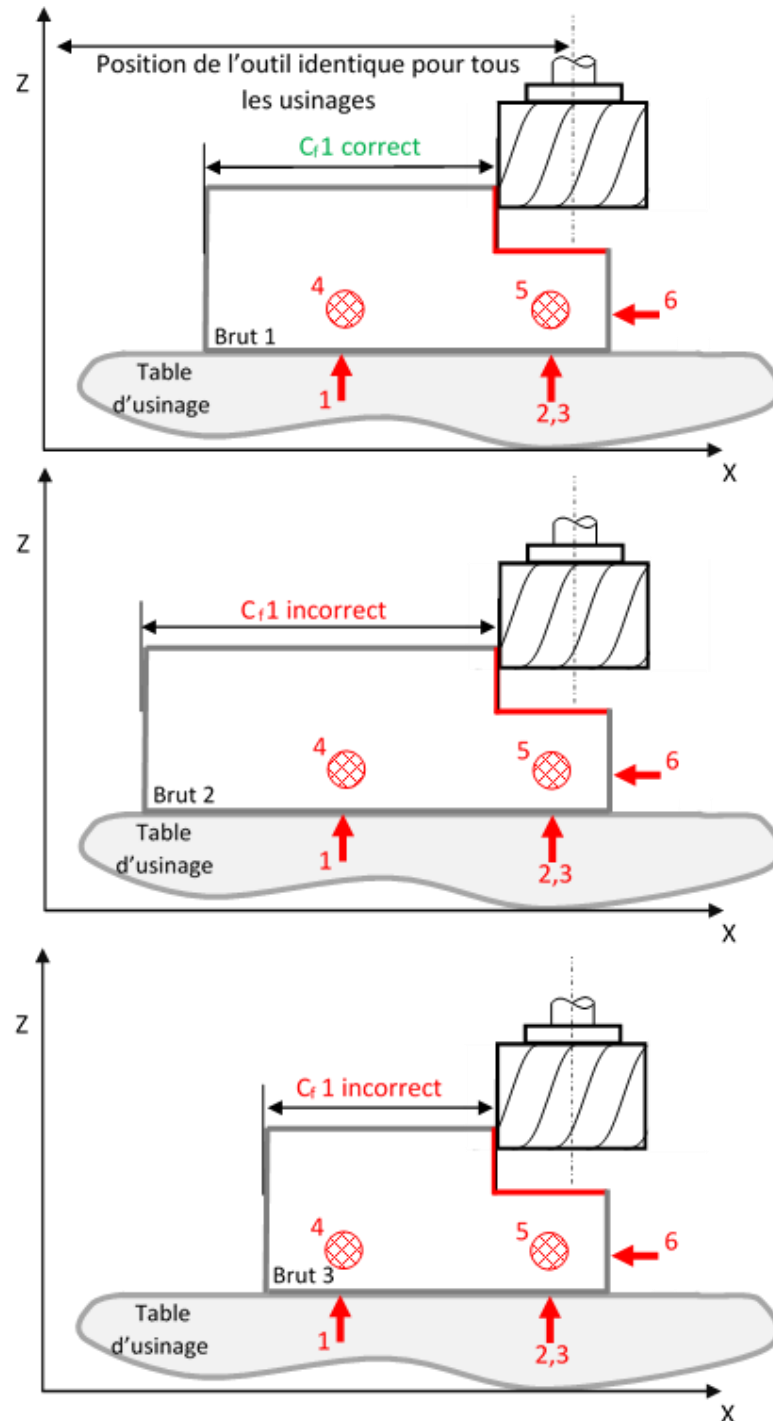


Figure 8 : Conséquence d'une mauvaise mise en position

Les longueurs initiales des pièces brutes étant différentes, la cote de 50 ± 0.5 mm ne sera pas toujours respectée.

Dans la deuxième solution, la mise en position est située à gauche de la pièce c'est-à-dire entre les deux surfaces reliées par la cote du dessin.

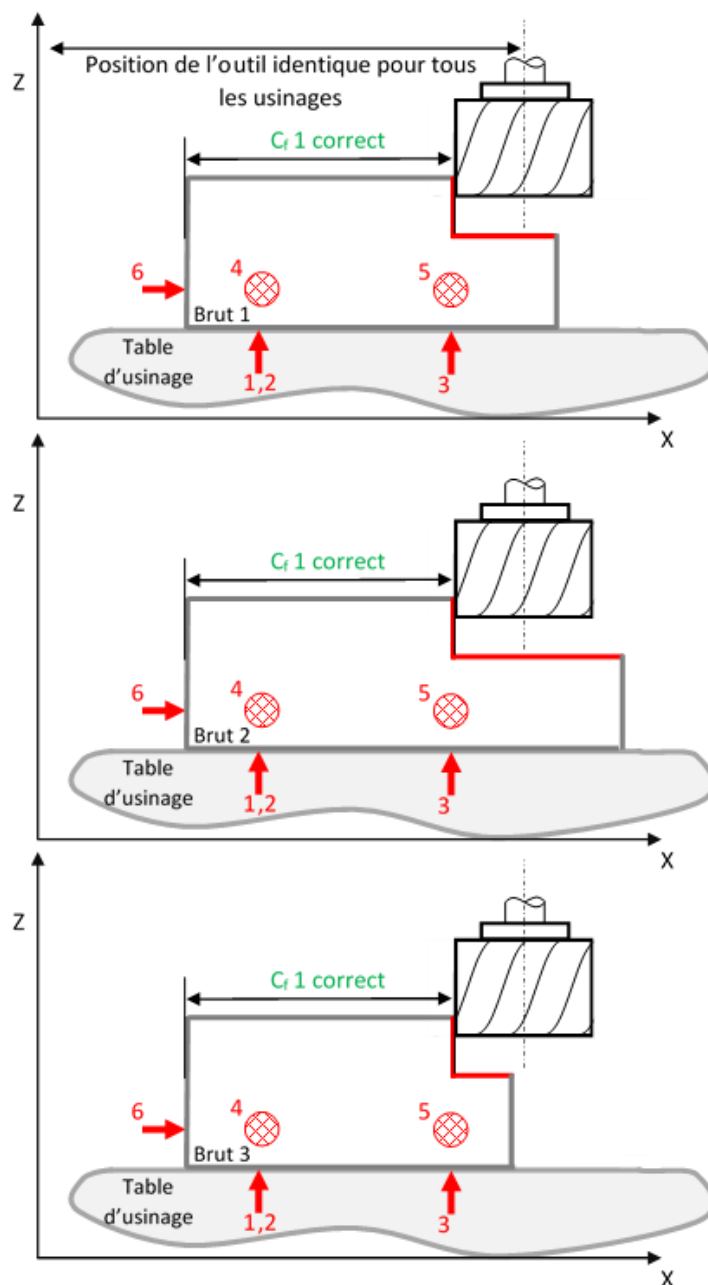


Figure 9 : Mise en position permettant de respecter la spécification

Avec ce choix de mise en position, quelles soient les longueurs initiales des pièces brutes, la cote de 50 ± 0.5 mm sera toujours respectée.

« 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** ».