

1 La fraiseuse CNC

PRINCIPE

Le principe de la fraiseuse CNC est le déplacement, selon trois axes (X, Y, Z), d'une broche en rotation portant un outil de coupe et servant à usiner divers matériaux. La [figure 1.1](#), représentant un modèle commercial simple de fraiseuse CNC, indique la position des trois axes.

Sur cet exemple, c'est le **portique** qui se déplace au-dessus de la table de travail.

Notre machine fonctionnera par déplacement de la **table de travail** en dessous de la broche, ce qui en simplifiera la conception et la fabrication.

Cependant, puisque la broche doit pouvoir être positionnée à n'importe quel endroit de la table, la **surface** de cette dernière sera obligatoirement plus longue et donc plus encombrante.

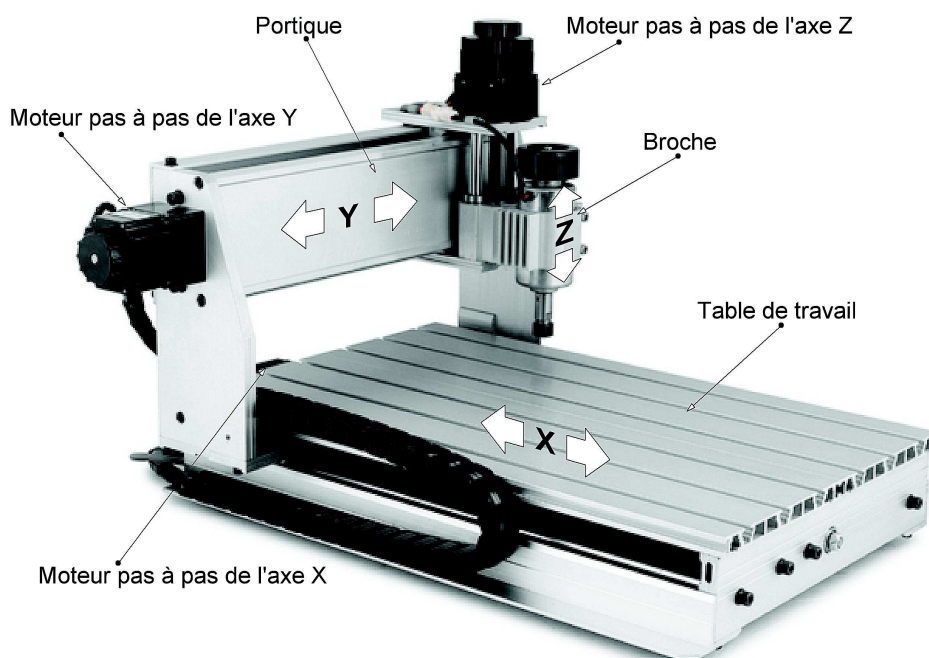


Figure 1.1 Modèle de fraiseuse CNC

La plupart des machines CNC peuvent être équipées d'un quatrième axe que l'on fixe sur la table de travail. Ce quatrième axe, nommé souvent **axe A**, se compose d'un mandrin dont la rotation est assurée par un **moteur pas à pas**.

On peut alors usiner des pièces circulaires ([figure 1.2](#)) ou toute pièce nécessitant un usinage sur plusieurs de ses faces.



Figure 1.2 Contre-pointe et mandrin

Dans le cas de pièces longues, il est nécessaire d'utiliser une **contre-pointe** qui maintient la pièce en place dans le **mandrin**.

CHOIX DES ÉLÉMENTS MÉCANIQUES DE LA FRAISEUSE CNC

Lors de la construction d'une machine CNC, le choix des divers éléments est tributaire du budget que l'on souhaite lui consacrer.

Les pièces mécaniques coûtent cher et nous allons voir maintenant comment remplacer certaines d'entre elles, si on le souhaite.

Il faut cependant garder à l'esprit que les systèmes de remplacement ne présenteront jamais les mêmes qualités que les originaux, même s'ils s'en approchent.

Les vis à billes

Les trois axes X, Y et Z, permettant le déplacement de l'outil dans les six directions, sont mus grâce à la rotation de vis tournant dans l'un ou l'autre sens, selon la direction désirée, associées à des écrous solidaires des chariots.

On obtient ainsi la transformation d'un mouvement de rotation en mouvement de translation.

Afin d'obtenir une très grande précision dans ces mouvements tout en éliminant le jeu, les machines haut de gamme utilisent des systèmes **vis/écrou à billes**.

La [figure 1.3](#) représente deux de ces systèmes et permet d'en comprendre le fonctionnement.

Comme tout système vis/écrou, les deux composants sont pourvus d'un filet.

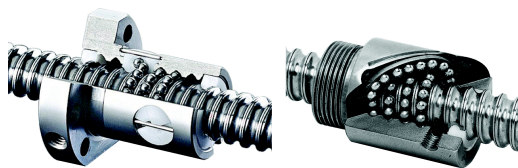


Figure 1.3 Vis et écrou à billes

Cependant, ces deux filets n'entrent pas en contact et sont utilisés pour la mise en place de billes de roulement qui permettent la rotation de la vis ou de l'écrou. Les billes se déplaçant à l'intérieur de l'écrou, ce dernier est muni de **tubes** ou de **canaux de recirculation** qui permettent de ramener les billes à leur point de départ lorsqu'elles sont arrivées à l'extrémité de l'écrou.

- Les principaux avantages de ce système sont, pour les vis à billes de qualité, l'absence de jeu et une quasi-inexistence de frottement permettant d'éliminer l'usure des pièces.
- Le seul gros inconvénient que présente ce système est son prix, surtout lorsqu'il doit être multiplié par trois afin d'équiper les axes X, Y et Z.

Les vis trapézoïdales

L'utilisation de **vis de type trapézoïdal** avec des écrous en bronze ([figure 1.4](#)) est également une solution envisageable pour l'entraînement des chariots d'une machine CNC.



Figure 1.4 Vis trapézoïdale

Cependant, ces ensembles vis/écrou comportant un certain jeu, il est nécessaire d'utiliser deux écrous comme sur la [figure 1.5](#). On y distingue une vis trapézoïdale sur laquelle sont vissés deux écrous entre lesquels est placé un **ressort** de diamètre intérieur égal au diamètre de la vis.

L'ensemble fonctionne de la manière suivante : le ressort est comprimé entre les deux écrous et la force de compression est réglable par rotation de l'écrou flottant.

Deux forces opposées sont donc appliquées, d'une part, sur l'écrou 1 et, d'autre part, sur l'écrou 2. Le premier écrou étant fixe, la force appliquée par le ressort tend à repousser le second écrou et la vis, il en résulte que le flanc droit du filet de cette vis est plaqué contre le flanc droit du filet de l'écrou fixe tandis que son flanc gauche l'est sur le flanc gauche du filet de l'écrou flottant.

Ainsi, si la vis trapézoïdale entre en rotation vers la gauche, elle agit sur l'écrou fixe qui entraîne le chariot.

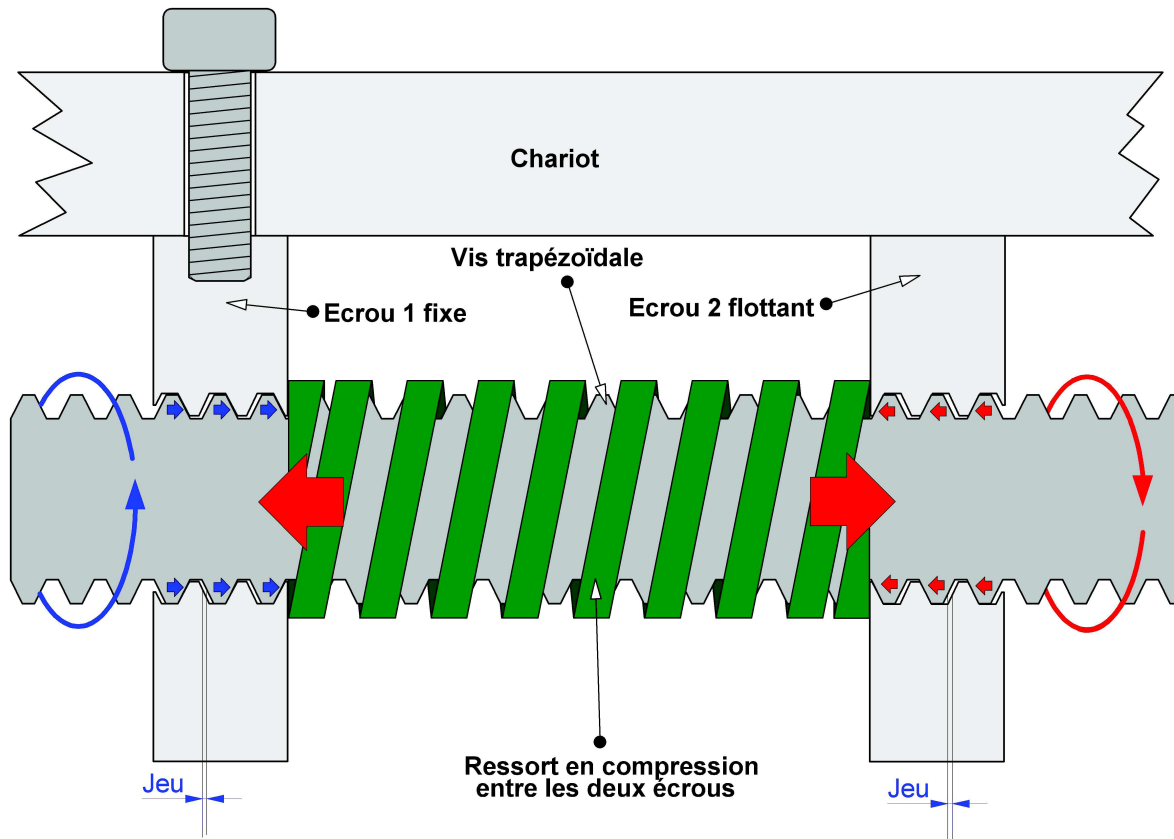


Figure 1.5 Système à deux écrous

Inversement, si la vis tourne dans le sens opposé, c'est l'écrou flottant qui, par l'intermédiaire du ressort appuyant sur l'écrou fixe, entraîne le chariot.

Ce système est efficace mais présente des limites :

- Si la force nécessaire à l'avance du chariot, lorsque l'outil de coupe est au travail, devient supérieure à la force exercée par le **ressort de rattrape**, le jeu réapparaît.
- Si l'on augmente la force en comprimant davantage le ressort, la rotation de la vis demande plus de puissance de la part du moteur.
- Si la compression du ressort est élevée, une plus forte usure des pièces en mouvement est à craindre. Il faut donc choisir des matériaux moins sensibles à l'usure comme le couple acier (vis)/bronze (écrou) et proscrire par exemple le couple acier/acier qui supporte mal les frottements. Un graissage important doit également être réalisé.

Nous considérons l'usure de l'écrou sans grande importance car le ressort rattrape le jeu automatiquement. De plus, si ce jeu devient trop important, on pourra également le rattraper par une rotation de l'écrou.

Les axes de guidage

Les vis assurant le déplacement des chariots, ces derniers doivent être guidés et soutenus. C'est le rôle des **axes de guidage linéaire**.

Le principe de guidage et d'entraînement d'un chariot est représenté en [figure 1.6](#).

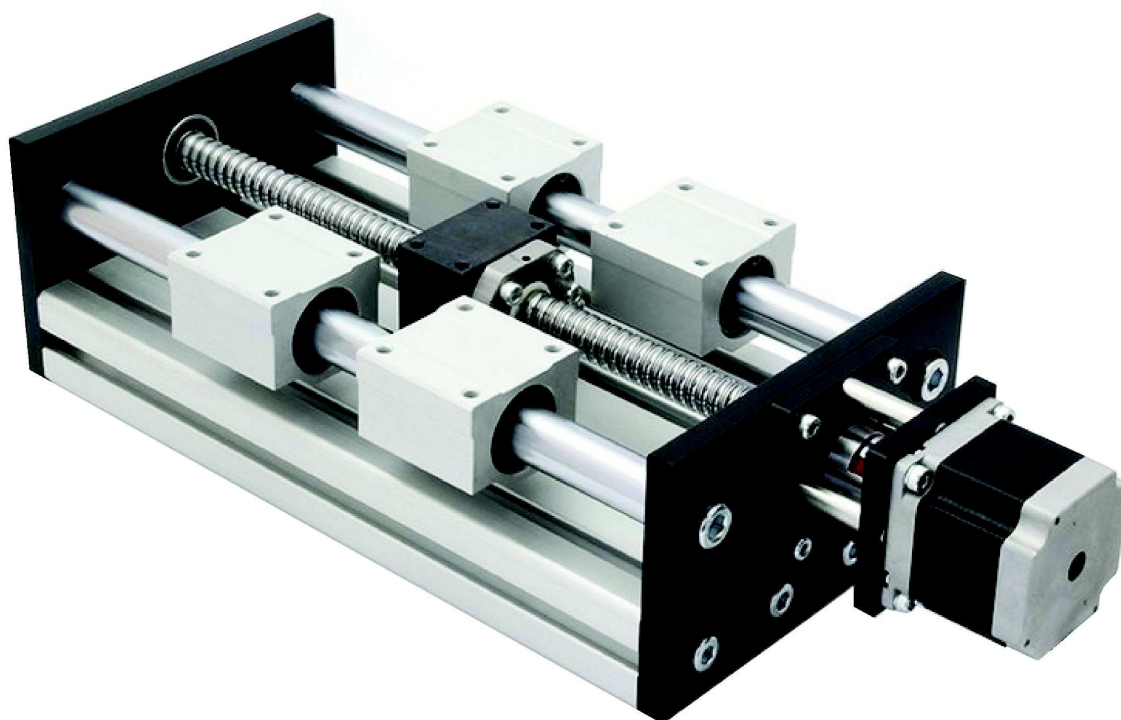


Figure 1.6 Guidage et entraînement d'un chariot

Les axes de guidage et la vis doivent absolument être parallèles entre eux et perpendiculaires à leurs points d'attache.

Les axes de guidage d'une longueur supérieure à 50 cm doivent être de diamètre suffisant afin de ne pas plier sous une charge trop importante.

L'idéal serait alors d'utiliser des **axes soutenus**, identiques à celui représenté sur la [figure 1.7](#). Ce sont des axes vissés sur un socle en aluminium et qui sont donc absolument rectilignes. Des trous présents sur le support permettent de les fixer sur une surface plane. Mais là encore, à l'instar des vis à billes, le prix d'achat est élevé (environ trois fois le prix d'un axe simple).

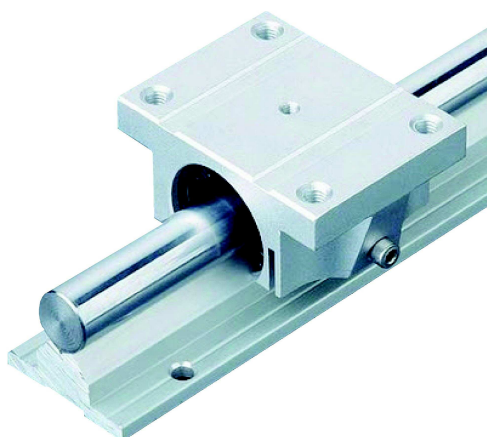


Figure 1.7 Axe soutenu