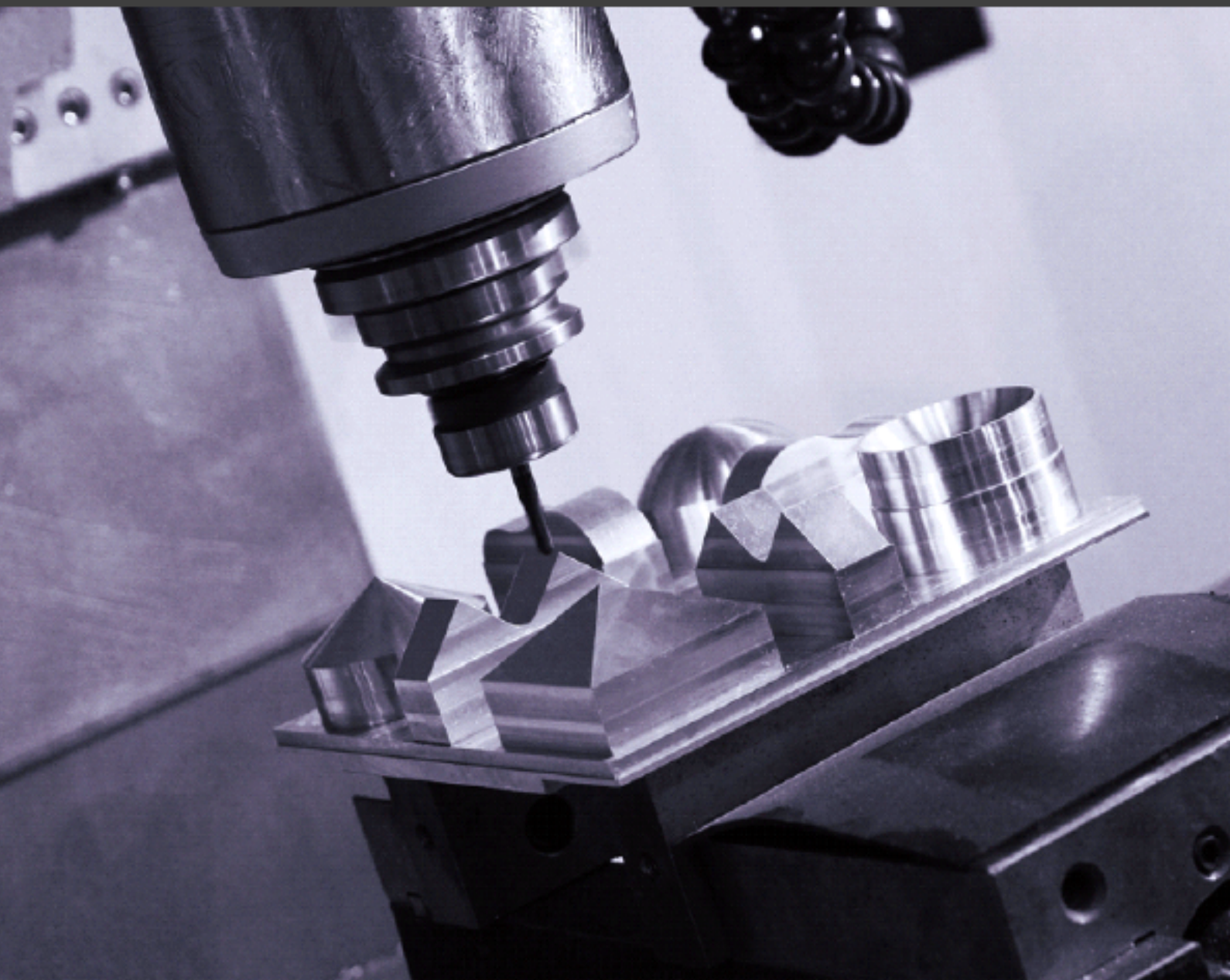




**MATRIX** | MICRO CNC

Manufacturing Engineering: CNC machining



**MATRIX**  
CP7499

[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Limited

	Page
Introduction à la conception et à la fabrication assistées par ordinateur	4
Qu'est-ce que la CFAO ?	4
Introduction à la commande numérique par ordinateur	5
Qu'est-ce qu'une machine à commande numérique ?	5
Parties d'un système de commande CNC	5
Qu'est-ce qu'un tour ?	6
Qu'est-ce qu'une fraiseuse ?	8
Introduction aux systèmes en boucle ouverte et fermée	10
Qu'est-ce qu'un système de contrôle ?	10
Qu'est-ce que le contrôle en boucle ouverte ?	10
Qu'est-ce qu'un système en boucle fermée ?	11
Introduction à la programmation des pièces et à l'efficacité des programmes	13
Qu'est-ce que la programmation partielle ?	13
Programmation partielle	13
Programmation manuelle	13
Programmation conversationnelle	13
Programmation FAO	14
Introduction aux procédés CNC pour le tournage et le fraisage	15
Tournage CNC	15
Fraisage CNC	15
Tournage de machines	16
Outils de coupe utilisés pour le tournage	16
Types d'outils de coupe	17
Opérations de virage typiques	17
Machine Fraisage	19
Introduction aux paramètres	20
Qu'est-ce que les paramètres d'outillage ?	20
Introduction au développement d'un programme de pièces CNC	22
Rédaction d'un programme partiel - Qu'est-ce que cela implique ?	20
Points de référence et coordonnées	22
Origine de la machine	22
Origine du programme	22
Partie Origine	22
Désignation des axes	23
Désignation de l'axe du tour	23
Désignation des axes de la fraiseuse	25

	<b>Page</b>
Introduction aux logiciels de CAO	25
Qu'est-ce qu'un logiciel de CAO ?	25
Exemple - Conception d'une pièce dans un logiciel de CAO	27
Exemple de pièce - Exemple de conception CAO	27
Introduction aux logiciels de FAO	31
Exemple - Réalisation d'une pièce avec la fraiseuse MicroCNC	33
4-Exemple de fraisage d'axe	33
Feuille d'activité 1Tour - Pièce cylindrique étagée	42
Feuille d'activité 2Tour - Pièce cylindrique conique	43
Feuille d'activité 3Tour - Pièce cylindrique complexe	44
Feuille d'activité 43 - Fraiseuse à axe - Simple Jigsaw47	47
Fiche de travail 53 - Fraiseuse à axe - Puzzle à emboîtement 1 47	47
Feuille d'activité 63 - Fraiseuse à axe - Interlocking Jigsaw 2 49	49
Feuille d'activité 74-Fraiseuse à axe - Porte-stylo 50	50



### Qu'est-ce que la CFAO ?

La conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO) font partie intégrante du développement des produits modernes.

CAO/FAO Systèmes rationalisent les conception et de fabrication en utilisant des ordinateurs pour :

- Créer conceptuelles conceptuels à partir de 2D jusqu'à des modèles 3D entièrement rendus
- Contrôler une série de machines telles que des tours et des fraises pour produire des pièces.

Les systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO) sont utilisés pour aider les gens à concevoir des idées, à construire des modèles et à visualiser des prototypes. À l'origine, ils étaient utilisés pour aider les gens à réaliser des dessins techniques, mais ils ont évolué vers un processus d'aide à la conception de produits dans l'industrie et dans les écoles.

Depuis le début de la révolution industrielle, le mode de fabrication des produits s'est considérablement développé et l'utilisation de machines pour remplacer les pièces fabriquées à la main s'est accrue de manière significative. L'un des changements les plus spectaculaires a été l'introduction de la fabrication assistée par ordinateur (FAO). Les systèmes de FAO utilisent des ordinateurs pour contrôler les machines et aider à la fabrication des produits. Avec l'introduction des systèmes CAO/FAO, de nombreuses industries ont pu mettre en place des usines hautement automatisées, utilisant des machines automatisées et des robots, pour fabriquer des pièces et des produits selon des normes très élevées.

Voici quelques-uns des avantages des systèmes CAD/CAM :

- Stockage et récupération des données facilités
- Répétabilité et précision
- Flexibilité
- Capacité d'automatisation

### Activité

Décrivez brièvement comment ces avantages sont liés aux systèmes de CAO/FAO. Donnez un exemple pour chaque avantage, tant pour le système de CAO que pour le système de FAO.





## Qu'est-ce que la CNC ?

La commande numérique par ordinateur (CNC) est une technique de contrôle des actions d'une machine par l'utilisation d'instructions codées.

De nombreux secteurs manufacturiers utilisent des machines-outils à commande numérique pour effectuer toute une série d'opérations de fabrication, notamment :

- Tournage
- Fraisage
- Découpage
- Routage

## Qu'est-ce qu'une machine CNC ?

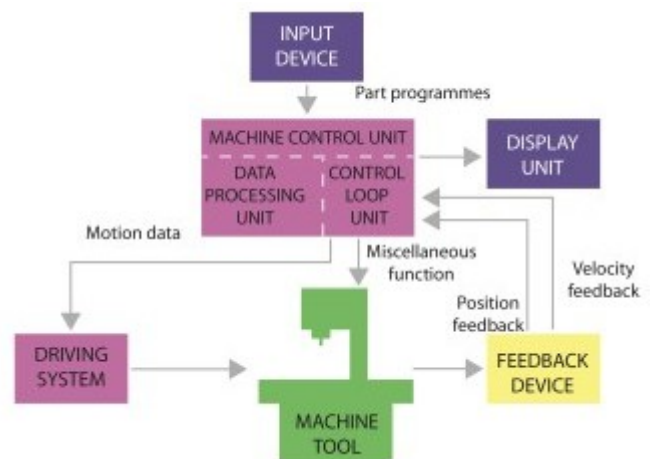
Les machines modernes à commande numérique sont des outils programmables et automatisés utilisés pour l'usinage de composants à partir d'une large gamme de matériaux ; elles exécutent de nombreuses fonctions différentes, telles que le tournage, le fraisage, la coupe, le routage, etc. Elles sont apparues dans les années 1950 et utilisent des techniques de commande numérique pour contrôler les actions de la machine en entrant des instructions sous la forme d'un code. Aujourd'hui, les machines CNC sont utilisées pour de nombreuses applications spécialisées couvrant pratiquement tous les processus de fabrication.

Parmi ces processus, on peut citer

- Tours pour toutes les opérations de tournage et de contournage cylindrique.
- Machines à fraiser. Des machines simples à 3 axes aux machines à 6 axes. Les fraiseuses sont utilisées pour créer un large éventail de composants complexes.
- Défonçeurs et graveuses pour les travaux normalement légers, la production de rainures et de profils.
- Découpeurs laser pour la gravure et la découpe de matériaux en feuilles.

## Pièces des systèmes de commande CNC

- Dispositif d'entrée - tel qu'un ordinateur, utilisé pour entrer dans le programme de la pièce.
- Unité de commande de la machine - fonctions : lecture/décodage du programme de la pièce, génération des commandes de mouvement des axes, réception/interprétation du retour d'information, etc.
- Commande d'entraînement - contrôle la position des outils ou de la pièce à usiner.
- Affichage - fournit des informations sur l'opération en cours.
- Retour d'information - informe l'unité centrale de commande de la position, de la vitesse, de l'orientation, etc. de la pièce à usiner.
- Machine-outil - tour, perceuse, fraiseuse, etc





### Qu'est-ce qu'un TOUR ?

Un tour est un outil qui fait tourner la pièce à usiner autour d'un axe central pour effectuer des opérations telles que le tournage, la coupe, le perçage, etc.

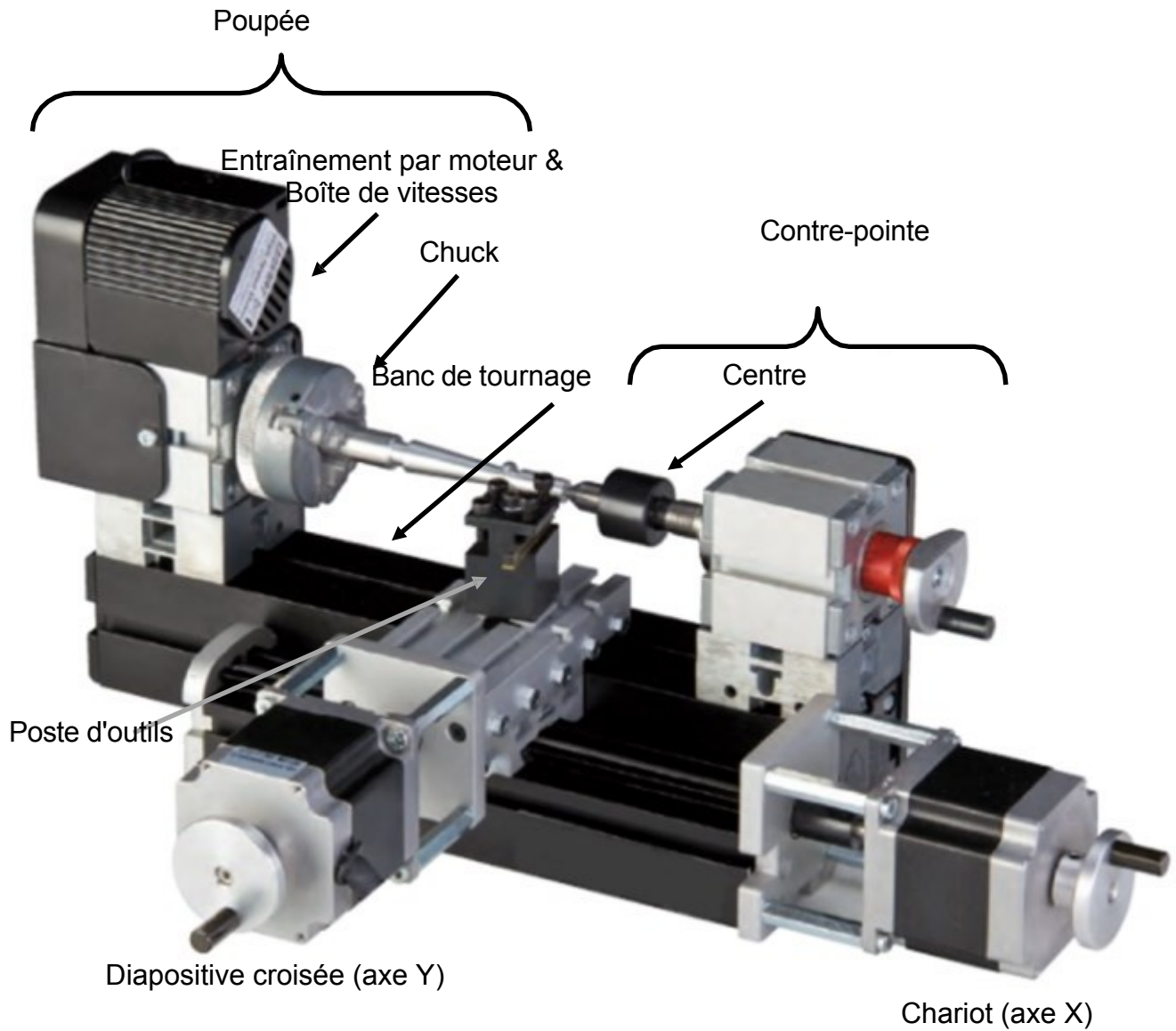
Sur les tours, c'est l'outil de coupe qui est déplacé par rapport à la pièce à usiner.

Sur un tour CNC, la position de l'outil de coupe est contrôlée par un ordinateur.

Les principales parties d'un tour sont

- LE banc, qui est (presque toujours) une poutre horizontale (bien que les tours à commande numérique soient souvent équipés d'une poutre inclinée ou verticale pour garantir que les copeaux ne tombent pas du banc).
- LA poupée contient des roulements de haute précision. Un axe horizontal parallèle à la table tourne à l'intérieur de ses roulements.
- LA broche tourne à l'intérieur du roulement et sert à fixer les accessoires de maintien du travail tels que le mandrin.
- La broche est entraînée par un moteur électrique connecté à une source d'alimentation. Dans la plupart des cas, sur les tours modernes, cette source d'énergie est un moteur électrique intégré contrôlé par les commandes de vitesse.
- LA contre-pointe peut être positionnée le long du banc et contient un barillet qui ne tourne pas, mais qui peut entrer et sortir parallèlement à l'axe. Il contient le CENTRE, qui est utilisé pour soutenir une pièce à usiner, ou pour tenir des mèches pour percer des trous axiaux dans la pièce à usiner.
- LE Carriage forme l'axe X et est utilisé pour déplacer l'outil de coupe le long de l'axe X. Le CARRIAGE EST UTILISÉ pour déplacer l'outil de coupe le long de l'axe X. la pièce à un angle droit par rapport au lit.
- LE chariot transversal se trouve au-dessus du chariot et forme l'axe Y permettant la coupe. l'outil peut être déplacé dans et hors de la pièce à usiner.
- LE porte-outil peut être monté sur la croix et permet de positionner l'outil de coupe à n'importe quel angle par rapport à la pièce à usiner afin de réaliser différents processus de coupe.
- **Voir au DESSUS DE LA page POUR une image étiquetée**

L'image ci-dessous montre le tour CNC Matrix Micro avec les principales pièces étiquetées.





### Qu'est-ce qu'une FRAISEUSE ?

Les fraiseuses sont des outils conçus pour usiner le métal, le bois et d'autres matériaux solides. Souvent automatisées, les fraiseuses peuvent être positionnées à la verticale ou à l'horizontale.

Sur les fraiseuses, la pièce et les outils de coupe sont déplacés le long de différents axes, l'outil de coupe tournant pour enlever la matière de la pièce.

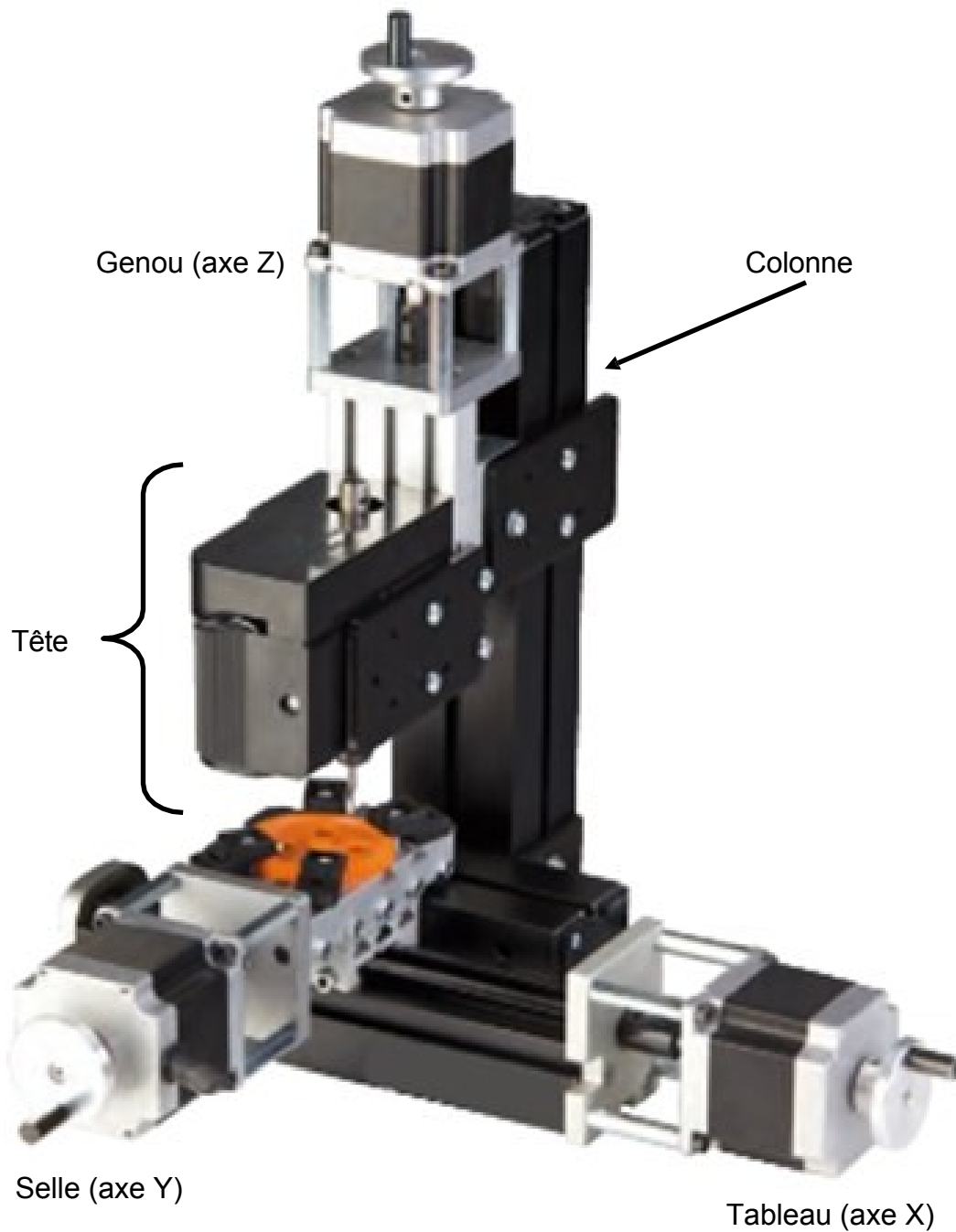
Les principaux éléments d'une fraiseuse sont les suivants :

- LA base donne support et rigidité à la machine et sert également de réservoir pour les fluides de coupe.
- LA face de la colonne est une section usinée avec précision qui sert à soutenir et à guider le genou lorsqu'il est déplacé verticalement.
- LE genou est fixé à la face de la colonne et peut être déplacé verticalement sur la face de la colonne le long de l'axe Z.
- LA selle est placée entre le genou et la table de travail et se déplace le long de l'axe Y.
- LA table repose sur des glissières dans la selle et se déplace longitudinalement dans un plan horizontal le long de l'axe X. Elle supporte l'étau et l'ouvrage. Elle supporte l'étau et le travail.
- LA TÊTE est la partie supérieure de la fraiseuse verticale et se compose d'une broche, d'un moteur d'entraînement et d'autres mécanismes de contrôle.
- **Voir au DESSUS DE LA page POUR une image étiquetée**





L'image ci-dessous montre la fraiseuse verticale CNC Matrix Micro avec les principales pièces étiquetées.





### Qu'est-ce qu'un système de CONTRÔLE ?

Une machine-outil à commande numérique nécessite un système de contrôle pour gérer le fonctionnement des entraînements motorisés, qui contrôlent à la fois la position et la vitesse des axes de la machine.

Chaque axe est piloté indépendamment en suivant les instructions d'un programme préparé contenant des instructions codées pour piloter les fonctions du moteur, la vitesse de l'outil, la vitesse d'avance, etc.

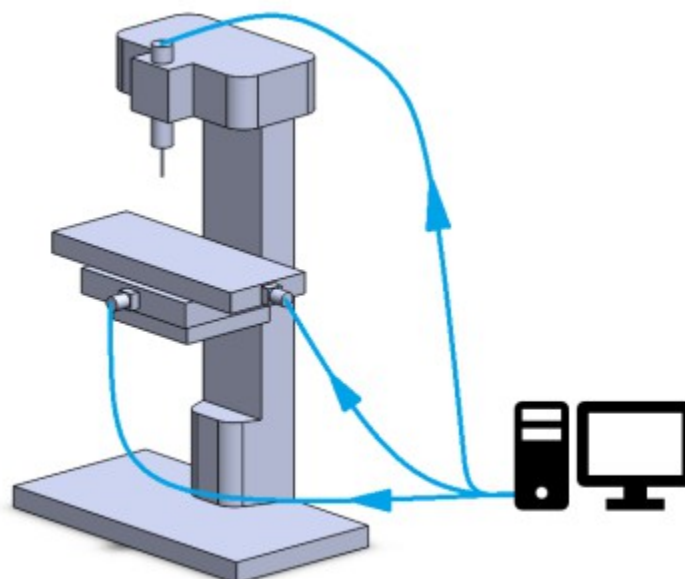
Il existe deux façons d'activer les servomoteurs : le système en boucle ouverte et le système en boucle fermée.

### Qu'est-ce que la boucle ouverte ?

Les systèmes en boucle ouverte sont mis en place pour obtenir les résultats souhaités, mais il n'y a aucun moyen de vérifier si les résultats ont été atteints.

L'unité de commande de la machine (MCU) reçoit des instructions programmées, généralement sous forme de code G, par l'intermédiaire d'un dispositif d'entrée ou d'un programme de FAO. Ces instructions sont ensuite converties en signaux électriques pour commander les servomoteurs de chaque axe.

Le principal inconvénient d'un système à boucle ouverte est qu'il n'y a pas de système de rétroaction en place pour vérifier si la position et la vitesse du programme ont été atteints. Si les performances du système sont affectées par la charge, la température, etc., la sortie réelle peut être différente de la sortie souhaitée.



Système en boucle ouverte



### Qu'est-ce qu'un système de CONTRÔLE ?

Une machine-outil à commande numérique nécessite un système de contrôle pour gérer le fonctionnement des entraînements motorisés, qui contrôlent à la fois la position et la vitesse des axes de la machine.

Chaque axe est piloté indépendamment en suivant les instructions d'un programme préparé contenant des instructions codées pour piloter les fonctions du moteur, la vitesse de l'outil, la vitesse d'avance, etc.

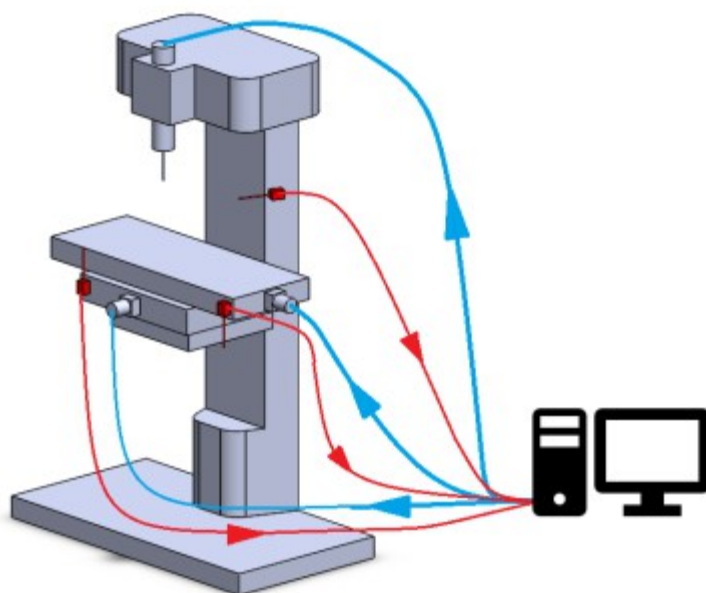
Il existe deux façons d'activer les servomoteurs : le système en ?boucle ouverte et le système en boucle fermée.

### Qu'est-ce que la boucle fermée

Les systèmes en boucle fermée sont capables de corriger les erreurs de position et de vitesse afin d'atteindre les objectifs fixés. Ce résultat est obtenu grâce au retour d'information des capteurs.

Là encore, l'unité centrale de commande reçoit des instructions programmées qui sont converties en signaux électriques pour commander les servomoteurs de chaque axe, comme dans le cas d'un système en boucle ouverte. Toutefois, dans le cas d'un système en boucle fermée, le MCU reçoit des informations supplémentaires provenant de capteurs analogiques ou numériques connectés à chaque axe. Ces capteurs contrôlent la position et la vitesse à la sortie et ajustent le processus en conséquence.

Les systèmes à boucle fermée sont très puissants et précis, car ils sont capables de surveiller les conditions de fonctionnement par le biais de sous-systèmes de rétroaction et de compenser automatiquement toute variation en temps réel. La plupart des systèmes CNC modernes à boucle fermée sont capables de fournir une résolution très proche de 0,00254 mm.



Système en boucle fermée

**Activité**

Étudier comment la rétroaction est obtenue par l'utilisation de codeurs linéaires et de résolveurs.







### Qu'est-ce que la programmation partielle ?

L'usinage d'un composant implique un mouvement relatif entre un outil de coupe et une pièce à usiner. Dans les machines-outils, ce mouvement est réalisé en déplaçant l'outil par rapport à la pièce ou inversement.

Pour définir le mouvement relatif de deux objets, il est nécessaire de définir des directions de référence. Ces directions de référence dépendent du type de machine-outil et sont définies en considérant un système de coordonnées imaginaire sur la machine-outil. Un programme définissant le mouvement de l'outil/de la pièce dans ce système de coordonnées est connu sous le nom de programme d'usinage.

### Partie Programmation

D'une manière générale, il existe trois méthodes de programmation des pièces : manuelle, conversationnelle et la fabrication assistée par ordinateur (FAO). Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients en fonction du type et de la complexité de la pièce à fabriquer, ainsi que du type d'outillage à utiliser pour la fabrication de la pièce.

**La programmation manuelle** est généralement utilisée lorsque les pièces à produire sont simples ou lorsque de nouveaux programmes ne sont pas nécessaires très souvent. La programmation manuelle est également parfois utilisée lorsqu'il est nécessaire que le programme de la CNC soit exécuté aussi efficacement que possible. Dans la programmation manuelle, le programmeur écrit le programme dans le même langage que celui utilisé par la machine CNC.

#### Avantages

- Peut être très efficace si/quand il est correctement formaté. Inconvénients
- Peut être sujet à des erreurs
- La rédaction des programmes peut s'avérer fastidieuse

**La programmation conversationnelle** est généralement utilisée dans les ateliers d'usinage très actifs, lorsque les programmes doivent être écrits pendant que la machine-outil est utilisée, en cours de réglage, ou pendant les temps d'arrêt pour réparation, etc. La programmation conversationnelle est utile lorsque les entreprises ont beaucoup de clients réguliers, de petites séries de production ou des cycles de production très courts.

#### Avantages

- Peut créer rapidement un programme CNC.
- Les programmes peuvent être saisis sans aucune connaissance mathématique.
- Supprime le caractère fastidieux de la programmation manuelle. Inconvénients
- Il n'est pas possible de programmer pendant que la machine est en cours d'utilisation.

# Fiche de travail 1

## Contrôle électronique

Les méthodes de **programmation FAO** sont généralement utilisées lorsqu'il y a une grande variété de machines à programmer, qu'il y a beaucoup de nouvelles activités (de nombreux programmes à créer) et/ou que les travaux sont assez complexes (ce qui rend difficile la programmation manuelle).

### Avantages

- Le programme CNC est généré automatiquement.
- Les programmes sont généralement plus efficaces que les programmes conversationnels.
- Supprime le caractère fastidieux de la programmation manuelle.

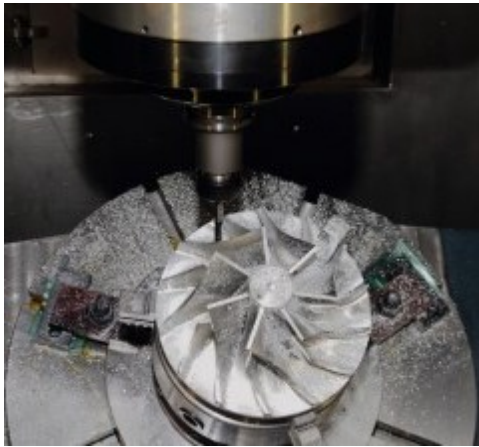
### Inconvénients

- Les systèmes de FAO sont coûteux (pas autant aujourd'hui qu'il y a quelques années)



# Introduction à la

## Procédés CNC pour le tournage et le fraisage



Les fraiseuses et les tours CNC sont présents dans les ateliers de mécanique de précision de tout le pays et sont utilisés pour fabriquer toutes sortes de composants. Cependant, une gamme de machines CNC est nécessaire pour produire les différentes géométries et caractéristiques requises, par exemple des cylindres, des surfaces planes, des feuillures, des alésages et des trous taraudés, etc. Pour s'assurer que les pièces sont produites de la manière la plus efficace possible, il est important de comprendre les limites et les capacités des différents types de machines CNC. Cette feuille de travail examine les différences entre deux des principaux processus : le tournage et le fraisage CNC.

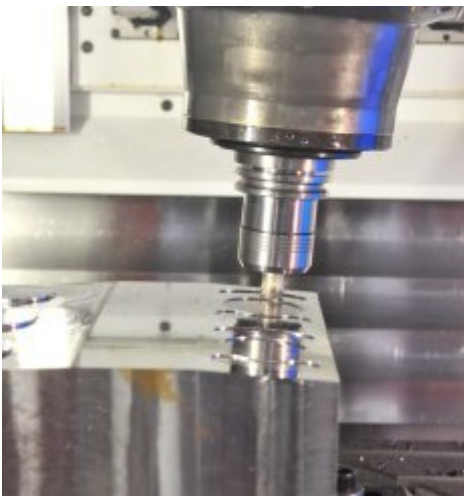
### CNC Tournage

Le tournage CNC utilise un outil de coupe à pointe unique, inséré parallèlement au matériau à découper. La pièce est tournée à des vitesses variables, l'outil de coupe étant capable de traverser les deux axes de mouvement (X et Y) pour produire des coupes de diamètres et de profondeurs exacts.

Le tournage CNC est utilisé pour créer des formes cylindriques telles que celles que l'on trouve dans les arbres de transmission ou les boulons. Un tour CNC peut créer un bord extérieur circulaire parfait sur une pièce.



Le tournage CNC peut également être utilisé sur les bords intérieurs du matériau, où il permet de créer une cavité circulaire ou tubulaire.



### CNC Fraisage

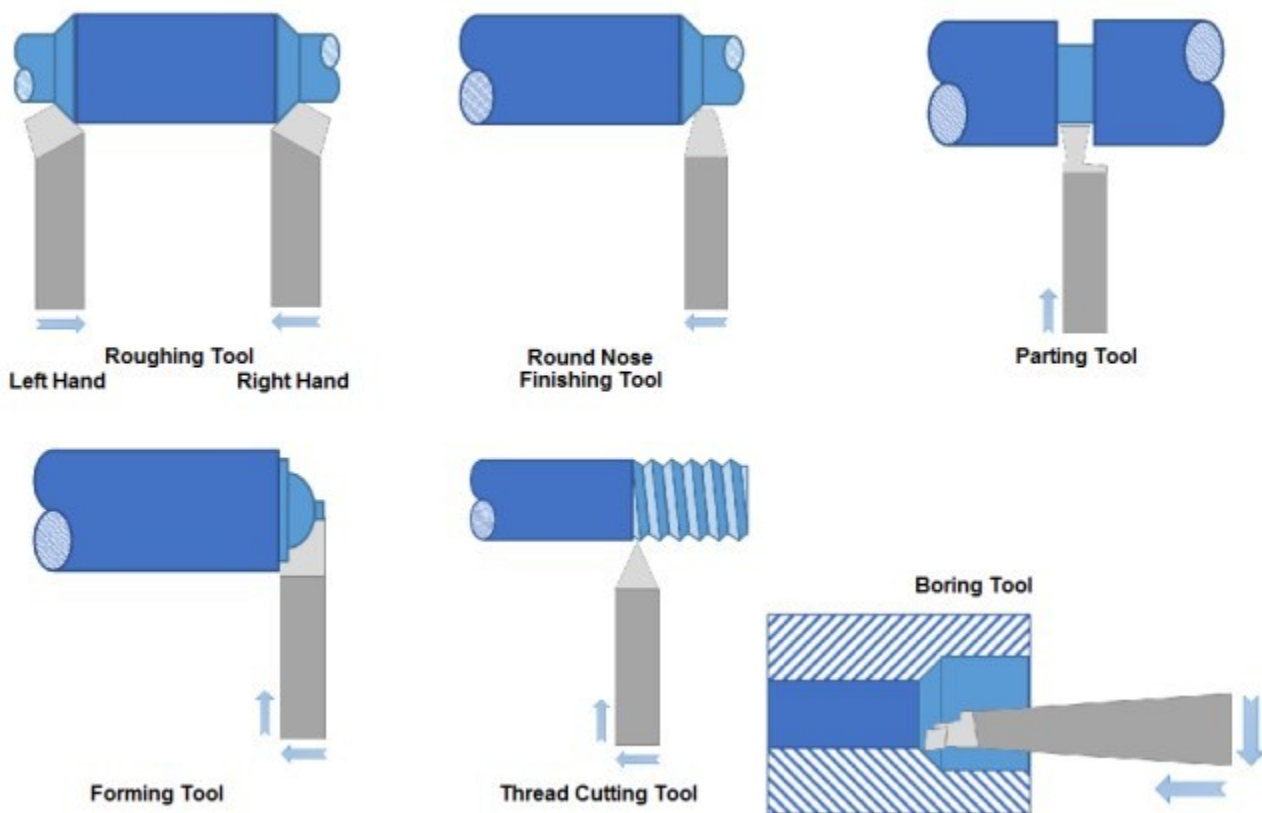
Le fraisage CNC utilise un outil de coupe à pointes multiples qui est tourné et déplacé le long de la pièce à usiner, à des vitesses variables ; la pièce est déplacée le long des axes X et Y, tandis que la tête de coupe est déplacée dans l'axe Z. Les fraiseuses sont donc utilisées pour créer des pièces plates ou des pièces de forme géométrique complexe.

Le fraisage CNC est utilisé pour créer des formes complexes de des dimensions irrégulières ou non symétriques, comme les blocs moteurs. Une fraiseuse CNC peut créer des faces parfaitement planes, des rainures, des trous, des évidements et des caractéristiques coniques. Elles peuvent travailler sur les faces externes et internes d'un composant, la seule limite étant le positionnement et l'accès de l'outil de coupe à la face à usiner.

## Machine Tournage

Le tournage est le processus qui consiste à produire des pièces usinées en enlevant progressivement de petites quantités de matière d'une pièce en rotation, en déplaçant un outil de coupe à pointe unique de manière linéaire sur la longueur de la pièce. En général, le terme "tournage" fait référence à l'usinage de la surface externe de la pièce, tandis que le terme "alésage" s'applique à l'usinage des surfaces internes et que le terme "dressage" fait référence à l'usinage de la surface finale du matériau, c'est-à-dire d'une surface perpendiculaire à l'axe de rotation.

## Outils de coupe utilisés pour le tournage



Les outils d'ébauche sont utilisés pour enlever rapidement de la matière et obtenir des dimensions "brutes" avant d'obtenir la taille exacte à l'aide d'un outil de finition.

Les outils d'ébauche et de finition peuvent être droitiers, gauchers ou à nez rond. Un outil pour droitier coupera de droite à gauche, c'est-à-dire vers la poupée, un outil pour gaucher coupera de gauche à droite, c'est-à-dire vers la queue, tandis qu'un outil à nez rond coupera dans les deux sens.

D'autres outils "spécialisés", tels que des outils de formage, de filetage et d'alésage, sont également disponibles pour effectuer des opérations de coupe spécifiques.

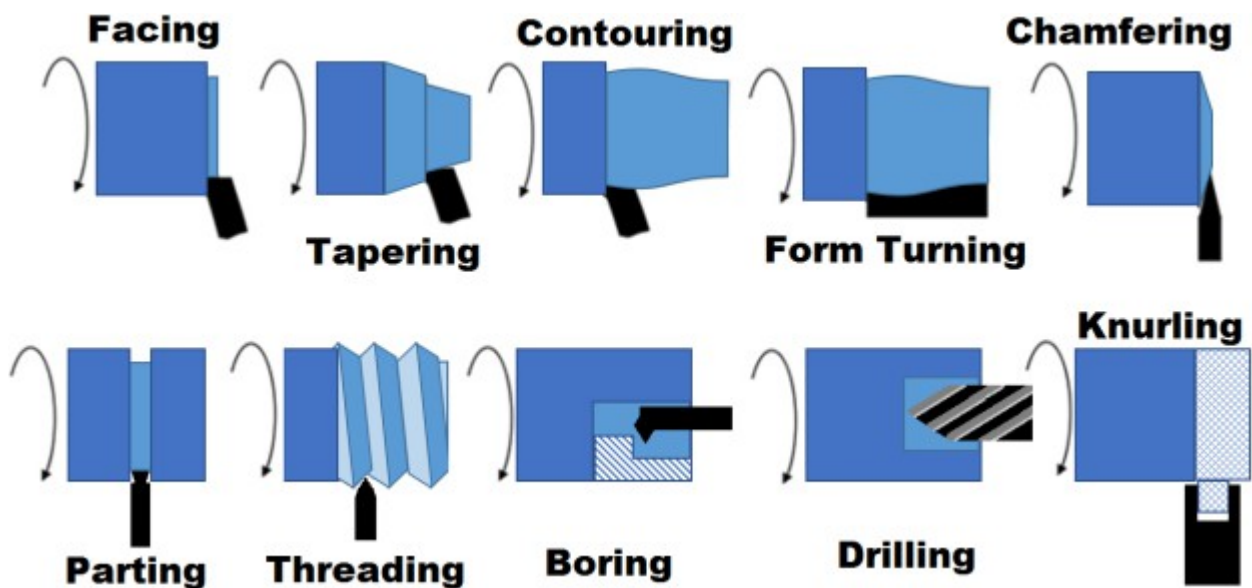


## Types d'outils de coupe

Les outils de coupe sont de trois types principaux

- Forgés - fabriqués à partir d'une seule pièce d'acier ; fournis à l'état brut, ces outils de coupe sont rectifiés et affûtés avant d'être utilisés. Ils sont généralement utilisés pour les métaux non ferreux "tendres".
- Pointe en carbure - constituée d'une tige en acier moulé et d'une pointe en acier carburé
- Pointe remplaçable

## Opérations typiques de "tournage" effectuées sur un tour



## Activité

A l'aide des ressources à votre disposition, décrivez brièvement l'action du mouvement de l'outil de coupe par rapport aux opérations suivantes

- Face
  
- Tournage conique
  
- Tournage de contours
  
- Chanfreinage
  
- Séparation
  
- Ennuyeux
  
- Décrire brièvement la construction et l'utilisation d'un outil de découpe de forme, d'un outil de filetage et d'un outil de moletage.

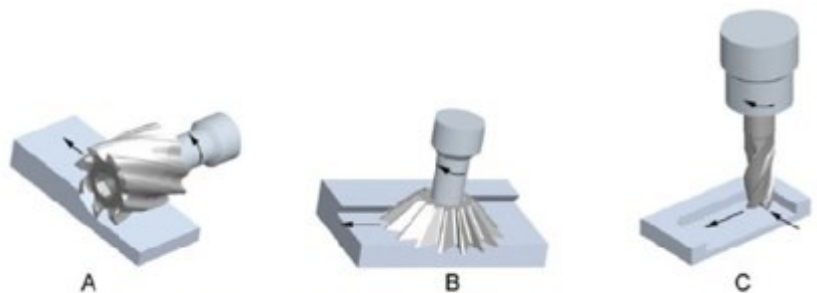
## Machine Fraisage

Le fraisage est un processus qui permet de produire des pièces usinées en enlevant progressivement de petites quantités de matière, ou stock, d'une pièce. La pièce est déplacée à une vitesse relativement lente, ou avance, le long des axes X et Y, tandis que la fraise tournant à une vitesse relativement élevée est déplacée le long de l'axe Z.

Le processus de fraisage se caractérise par le fait que chaque dent de la fraise enlève une partie de la matière.  
une petite quantité de matière sous forme de petits copeaux individuels.

### Types de fraises

Les trois opérations de fraisage de base sont illustrées ci-contre : (A) fraisage de plaques, (B) fraisage à facettes et (C) fraisage en bout.

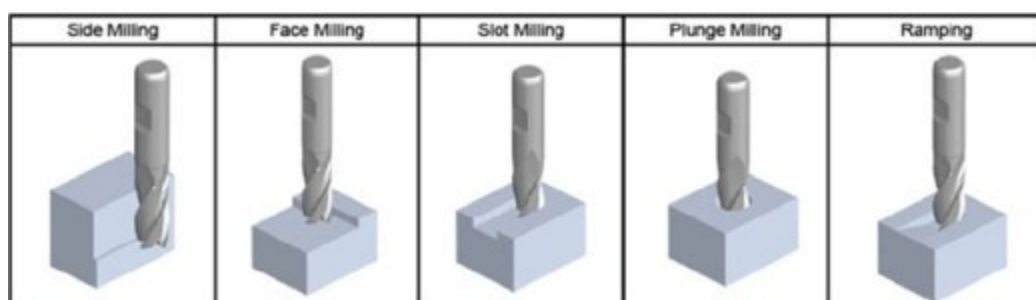


\* Diagram images reference: <http://www.nestools.com/technical-information-milling.php>

Dans le cas du fraisage de brames, l'axe de l'outil de coupe tourne parallèlement à la surface du matériau en cours d'usinage. L'outil de coupe comporte un certain nombre de dents sur sa circonférence, qui peuvent être droites ou hélicoïdales et couper respectivement à un angle orthogonal ou oblique.

Dans le cas du surfaçage et du fraisage en bout, les outils de coupe sont montés sur une broche dont l'axe de rotation est vertical par rapport à la surface du matériau à usiner. Dans le cas du surfaçage, la surface fraisée résulte de l'action des dents de coupe situées sur le bord et la face de l'outil de coupe ; tandis que dans le cas du fraisage en bout, les dents de coupe sont situées à la fois sur la face frontale de la fraise et sur la périphérie de l'outil de coupe ; en outre, l'outil de coupe peut également être incliné pour usiner des surfaces coniques.

Le terme "fraisage en bout" recouvre de nombreuses opérations différentes. Pour chaque opération, il existe un taux d'enlèvement de matière différent qui augmente avec la section d'engagement de la fraise sur la pièce à usiner.



\* Diagram images reference: <http://www.nestools.com/technical-information-milling.php>



## Que SONT LES paramètres d'outillage s ?

L'usinage est un processus relativement simple qui consiste à enlever de la matière d'un matériau de base afin de créer la pièce souhaitée.

L'enlèvement de matière est réalisé par le mouvement relatif de la pièce et de l'outil, soit par la rotation de la pièce (comme dans un tour), soit par la rotation de l'outil (comme dans une fraiseuse) ; les outils utilisés peuvent être à pointe unique, à pointes multiples ou abrasifs.

Ce processus simple comprend de nombreux paramètres qui influencent de nombreux aspects du processus d'usinage, tels que le temps nécessaire pour effectuer un travail, la qualité et la précision de la finition, la durée de vie de l'outil, le coût de production, etc.

Ces paramètres sont collectivement connus sous le nom de "paramètres d'outillage".

De nombreux paramètres impliqués dans ces processus sont interdépendants et la modification d'une valeur peut avoir un effet considérable sur un autre paramètre. La liste suivante donne une brève description des paramètres de réglage de la machine et d'outillage les plus courants.

1. Vitesse à vide:- En général, il s'agit de la vitesse de l'outil de coupe lorsque la machine n'est pas utilisée.  
mais est toujours en cours d'exécution.
2. Vitesse d'usinage:- Il s'agit de la vitesse effective lors d'opérations d'usinage spécifiques.
3. Vitesse par défaut:- La vitesse de fonctionnement par défaut de la machine, à moins qu'elle ne fonctionne à une vitesse de traitement spécifique.
4. Usinabilité du matériau:- Il s'agit de la facilité ou de la difficulté à couper le matériau. La dureté du matériau est le principal facteur ; en général, un matériau mou est plus facile à couper qu'un matériau dur, mais d'autres propriétés du matériau, telles que la ductilité, la résistance et la ténacité, ont également une influence.
5. Matériau de l'outil de coupe:- Dans l'usinage des métaux, l'acier rapide et le carbure sont les deux principaux matériaux largement utilisés, les outils en céramique et le nitrure de bore cubique (CBN) étant utilisés pour l'usinage de matériaux très durs et résistants. Le matériau utilisé détermine la dureté de l'outil, sa solidité, sa résistance à l'usure, etc. Ces paramètres déterminent la vitesse à laquelle l'outil peut couper efficacement dans le cadre d'un travail.
6. Vitesse de coupe:- La vitesse de coupe est la vitesse relative à laquelle l'outil coupe le matériau en stock. Elle est normalement exprimée en mètres par minute et des vitesses de coupe plus élevées permettent généralement d'atteindre des taux de production plus importants. Pour chaque type d'outil, il existe une vitesse de coupe idéale ; celle-ci est généralement fournie par les fabricants d'outils sous la forme de directives.



- 7 Vitesse de la broche:- La vitesse de la broche est exprimée en tr/min (tours par minute). Elle est dérivée de la vitesse de coupe et du diamètre de coupe pour le tournage sur un tour, ou de la vitesse de coupe et du diamètre de l'outil pour le fraisage, le perçage, etc. Si V est la vitesse de coupe et D le diamètre de coupe, alors la vitesse de la broche  $N = V / (\text{Pi} \times D)$
- 8 Profondeur de coupe : elle indique dans quelle mesure un outil de coupe s'enfonce dans le matériau de base (en mm) pour enlever de la matière lors de la passe en cours.
- 9 Vitesse d'avance : vitesse relative à laquelle l'outil est déplacé linéairement sur la pièce pour enlever le matériau. Dans le cas d'outils rotatifs à dents multiples, tels que les fraises, le premier paramètre utilisé est la vitesse d'avance calculée en termes d'"avance par dent", exprimée en millimètres (mm/dent). Le deuxième paramètre utilisé est alors l'"avance par tour" (mm/tour). Il s'agit en fait de l'avance par dent multipliée par le nombre de dents de la fraise. Pour les opérations de tournage, la vitesse d'avance est en fait l'avance par tour qui indique combien l'outil avance sur un tour de la pièce.
- 10 Géométrie de l'outil:- Les différents angles de coupe, tels que l'angle de coupe, les angles de dépouille, l'angle de dépouille, l'angle d'approche, etc. déterminent l'efficacité avec laquelle l'outil de coupe s'enfonce dans le composant pour enlever de la matière. Ces paramètres influencent la vitesse de coupe et l'avance des outils.
- 11 Arrosage:- Il est utilisé pour évacuer la chaleur produite lors de l'usinage des métaux. Il sert également de lubrifiant lors de l'usinage de matériaux durs afin de réduire l'usure de l'outil. Les liquides de refroidissement peuvent être des huiles de coupe, des huiles solubles dans l'eau, des sprays huile-eau, etc. et influencent à nouveau la vitesse de coupe et l'avance.
- 12 Puissance de la machine/de la broche:- Une puissance suffisante doit être disponible pour entraîner la broche et les moteurs des axes afin de permettre à l'outil de coupe d'enlever efficacement le matériau. La puissance requise pour la coupe est basée sur le taux d'enlèvement de matière et est généralement exprimée en centimètres cubes par minute, ce qui dépend du matériau de la pièce, du matériau de l'outil, de la vitesse de coupe, de la profondeur de coupe et de la vitesse d'avance.

```
N1 G00 X-35 Z-5
N2 G01 X10 Z0 F100
N3 G01 X0 Z-30 F100
N4 G01 X10 Z0 F100
N5 G01 X0 Z-30 F100
N6 G01 X10 Z-0 F100
N7 G01 X0 Z-40 F100
N8 G00 X-35 Z-5
M30
```

## Rédaction d'un programme partiel - Qu'est-ce que CELA IMPLIQUE ?

Dans les fiches de travail précédentes, les programmes de pièces ont été abordés comme la méthode permettant de définir le mouvement de l'outil de coupe et de la pièce à usiner afin d'usiner un composant à partir d'une pièce brute.

Cette fiche de travail donne un aperçu des processus impliqués dans la rédaction d'un programme de pièces.

## Point de référence et coordonnées

- **Machine Origine**

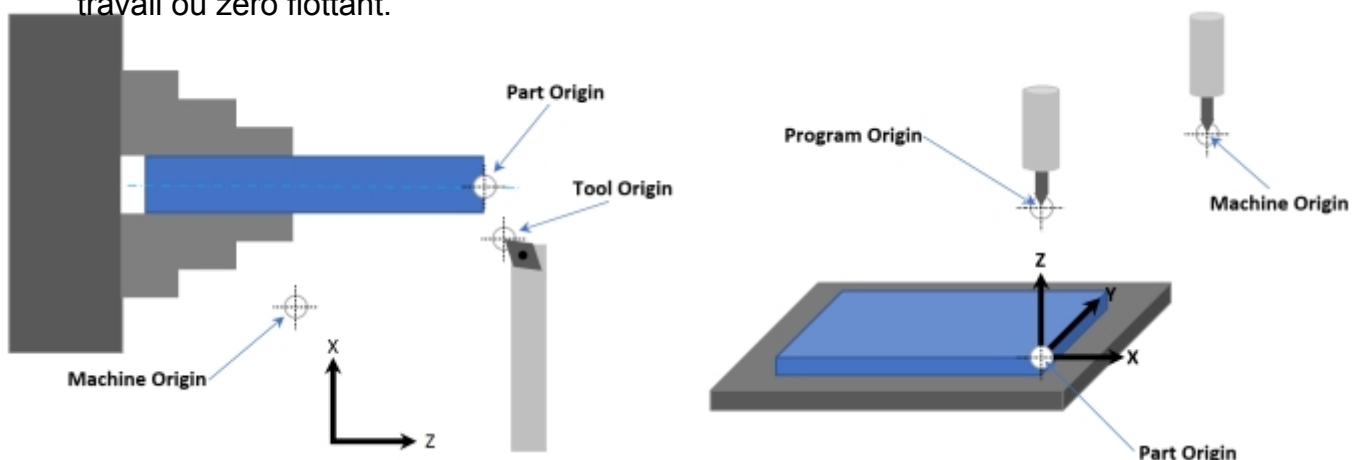
Le point d'origine de la machine est une position fixe définie par le fabricant ; sur certaines machines, cette position peut être modifiée, mais en général, elle ne peut pas l'être. Le mouvement de l'outil de coupe est mesuré à partir de cette position. Le contrôleur se souvient toujours de la distance de l'outil de coupe par rapport à l'origine de la machine.

- **Programme Origine**

Généralement appelée position initiale. L'origine du programme est le point à partir duquel le mouvement de l'outil de coupe commence lors de l'exécution d'un programme ; l'outil de coupe revient à cette position à la fin du cycle. Il peut s'agir de n'importe quel point de l'espace de travail de l'outil de coupe, à l'exception de l'espace occupé par la pièce à usiner. Pour les tours à commande numérique, il s'agit généralement de la position où s'effectue le changement d'outil.

- **Partie Origine**

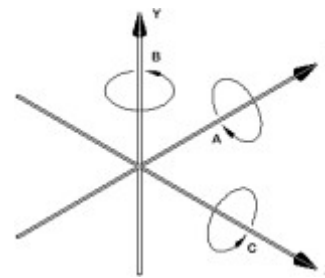
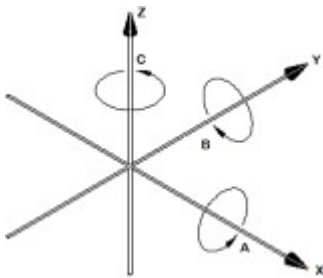
L'origine de la pièce peut être définie à n'importe quel point de l'espace de travail de l'outil de coupe et doit être définie pour chaque nouvelle configuration. L'origine de la pièce est le point où commence l'usinage du matériau, généralement le long d'un bord du matériau en stock, la pièce à usiner se trouvant dans cet espace. L'établissement de l'origine de la pièce est également appelé réglage du point de référence, décalage du zéro, décalage de travail ou zéro flottant.



## Axe Désignation

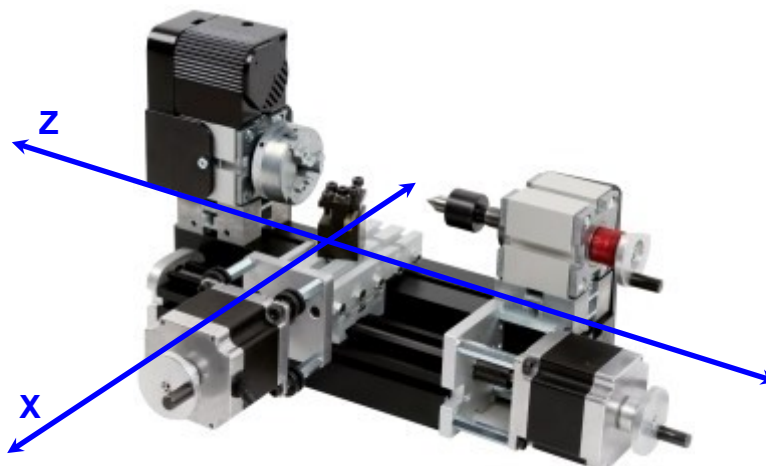
Une pièce à usiner possède potentiellement six degrés de liberté par rapport à un système de coordonnées cartésiennes. Trois d'entre eux sont des mouvements linéaires (X, Y, Z) et les trois autres sont rotatifs (A, B, C). L'usinage d'une pièce simple ne nécessite pas tous les degrés de liberté. Cependant, toutes les opérations d'usinage ne requièrent pas les six degrés de liberté.

*Coordonnées verticales de la machine*      *Coordonnées horizontales de la machine*



## Axe du tour Désignation

Un tour possède deux degrés de liberté (X, Y). L'outil de coupe se déplace le long de ces axes pendant que la pièce est tournée. Lors de la rotation de la pièce, le déplacement de l'outil de coupe le long de l'un ou l'autre des axes permet de réaliser des coupes symétriques sur la pièce.



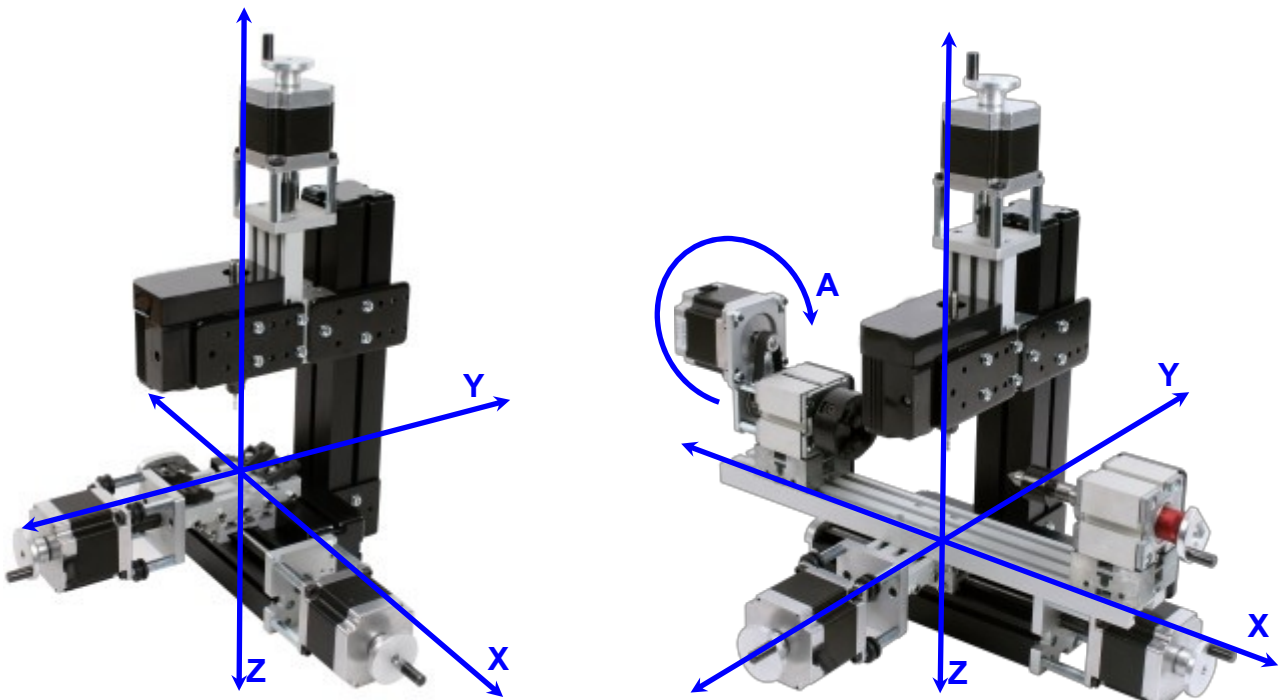
## Axe de la fraiseuse Désignation

Les fraiseuses peuvent avoir entre trois et six degrés de liberté ; cependant, plus le nombre de degrés de liberté augmente, plus la complexité du matériel et de la programmation s'accroît.

Une fraiseuse verticale à trois axes possède trois degrés de liberté (X, Y, Z), comme indiqué ci-dessous. Notez que l'axe Z se déplace verticalement par rapport à la pièce à usiner ; pour une fraiseuse horizontale, les axes Y et Z sont inversés, ce qui permet de s'assurer que l'outil de coupe fonctionne toujours le long de l'axe Z.

Une fraiseuse verticale à 4 axes possède quatre degrés de liberté (X, Y, Z, A), comme indiqué ci-dessous. Dans ce cas, le quatrième degré de liberté "A" permet de faire tourner la pièce autour de l'axe X, ce qui permet d'usiner toutes les faces.

### Fraiseuse verticale à 3 axes Fraiseuse verticale à 4 axes



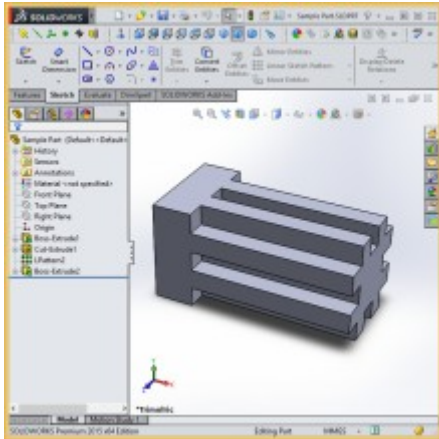
Qu'est-ce qu'un LOGICIEL DE CAO ?

Les logiciels de conception assistée **par** ordinateur (CAO) tels que Solidworks, AutoDesk Inventor, etc. sont des progiciels de dessin sophistiqués utilisés par les concepteurs, les ingénieurs et les architectes pour produire des dessins de précision détaillés, des illustrations techniques et des modèles.

Les logiciels de CAO peuvent être utilisés pour créer des documents en deux dimensions (2D).

des dessins ou des modèles tridimensionnels (3D).

Une fois la conception finalisée dans un logiciel de CAO, les dessins ou les modèles peuvent être utilisés avec un logiciel de FAO pour générer un code G et contrôler les machines à commande numérique.



Voici quelques-uns des avantages des logiciels de CAO :

- Capacité à produire des dessins en 2D ou des modèles en 3D très précis
- Conversion et manipulation aisées des dessins et modèles
- Les composants du modèle 3D peuvent être combinés pour créer des assemblages complexes.
- Génération automatisée de listes de pièces ou de nomenclatures (BOM)

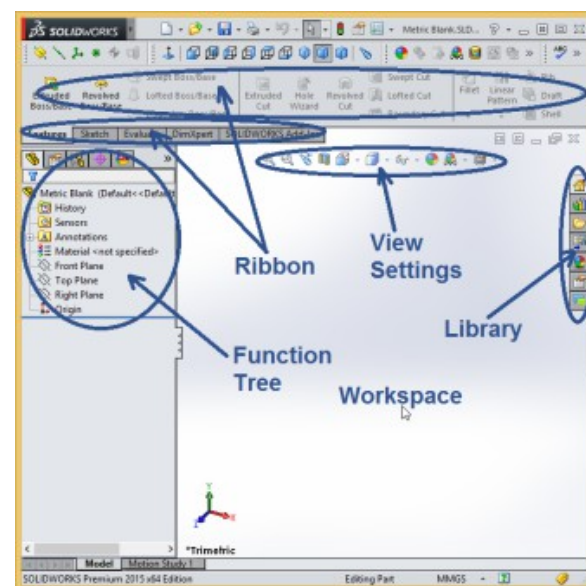
Il existe de nombreux logiciels de CAO différents, mais la plupart ont un environnement de travail similaire. Il s'agit généralement d'un espace de travail dans lequel vous créez vos dessins et vos modèles. Les espaces de travail sont constitués d'un certain nombre de barres d'outils et de menus permettant de sélectionner différents outils de dessin, formes, textures, vues, etc. Vos premiers pas dans la CAO consisteront à vous familiariser avec l'environnement de travail du logiciel de CAO que vous utiliserez.

## Activité - Se familiariser avec un environnement CAO.

L'image ci-contre montre un environnement CAO typique, en l'occurrence Solidworks.

Tous les logiciels de CAO présentent des caractéristiques similaires, bien qu'ils puissent avoir des noms différents et que les barres d'outils, etc. puissent se trouver à des endroits différents.

Ces fonctions comprennent généralement des rubans d'outils standard et personnalisables (visibles en haut de la fenêtre) ; il s'agit de commandes standard telles que "Fichier Enregistrer", "Ouvrir", etc. D'autres fonctions sont également disponibles :



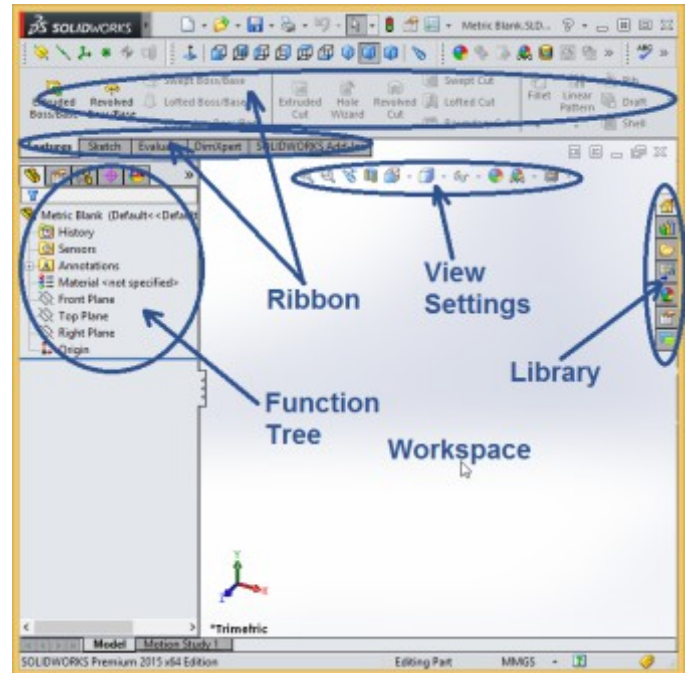
- Espaces de travail : C'est là que vos esquisses et votre modèle 3D sont créés et affichés.



- **Espaces de travail :**  
C'est là que vos croquis et modèles 3D sont créés et affichés.

- **Arbre de fonction :**  
Il contient toutes les caractéristiques de vos dessins et modèles. Au sommet de l'arbre se trouve la première chose dessinée/créée avec les dernières caractéristiques dans l'ordre indiqué ci-dessous. Pour un assemblage, l'arbre des fonctions contient toutes les pièces qui forment l'assemblage.

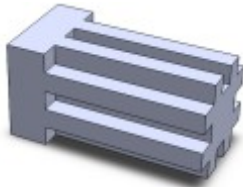
- **Ruban :**  
Le ruban contient des raccourcis vers les fonctions les plus couramment utilisées. Il comporte des onglets tels que fonctionnalités, esquisse, Apparence, etc. Il est généralement possible de personnaliser les onglets afin qu'ils affichent ce que vous utilisez le plus.



- **Afficher les paramètres :**  
Cette barre d'outils contient des options permettant de définir différentes vues du modèle. Les options comprennent généralement l'orientation de la vue, l'affichage de la vue, la scène d'arrière-plan, le zoom, la perspective, etc.
- **Bibliothèque :**  
La bibliothèque contient généralement un accès rapide à des options prédéfinies telles que la bibliothèque de dessins, les palettes, l'explorateur de fichiers, les propriétés, etc.

# Exemple

## Conception d'une pièce dans un logiciel de CAO



### Exemple de pièce - Exemple de conception CAO

Dans cet exemple, on vous montrera la procédure de conception d'un échantillon de pièce à l'aide d'un logiciel de CAO classique (Solidworks dans cet exemple) ; il devrait être possible de suivre cet exemple en utilisant n'importe quel logiciel de CAO dont vous disposez.

Cette conception sera utilisée ultérieurement dans un exemple de logiciel de FAO.

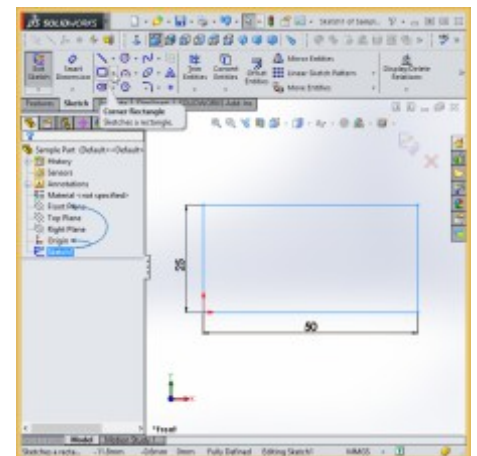
Cet exemple montre comment créer un modèle 3D qui peut être utilisé avec les logiciels de FAO habituels pour créer des pièces réelles. Une brève introduction aux étapes de la conception d'une pièce sera donnée et vous serez initié à quelques opérations typiques de CAO.

Il est important que vous soyez familiarisé avec l'environnement de travail du logiciel de CAO à utiliser ; cet exemple ne fait que décrire les étapes à suivre et ne montre pas comment configurer un espace de travail ou accéder aux menus, fonctions, etc.

Commencez par ouvrir votre logiciel de CAO et créez une nouvelle esquisse. Dans cet exemple, la conception commence par l'esquisse d'un rectangle à partir de l'origine du plan Z.

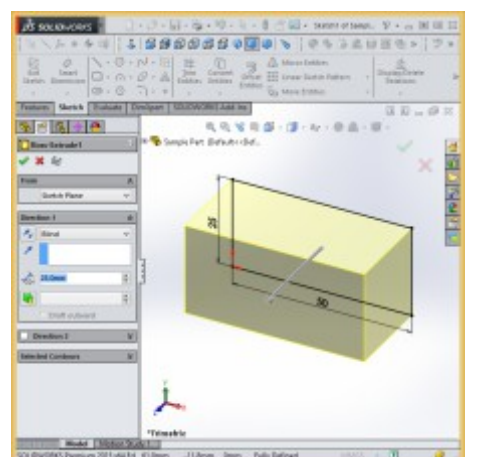
Le plan choisi n'est pas important pour cette conception, car la sera symétrique par rapport à son axe central.

Pour d'autres modèles, il peut être nécessaire de choisir un axe spécifique, en fonction de l'orientation de la machine-outil, afin de pouvoir fabriquer la pièce correctement ou de produire toutes les caractéristiques du modèle.



Après avoir réalisé une esquisse du contour de la pièce, celle-ci est "extrudée" pour former un modèle 3D.

Il est important de comprendre comment les modèles 3D sont liés aux croquis à partir desquels ils sont produits. Si un élément est conçu correctement, les paramètres tels que la longueur, l'angle, etc. peuvent être facilement modifiés et le modèle 3D mis à jour. Toutefois, s'il n'est pas correctement défini lorsque des modifications sont apportées à une esquisse, il ne sera pas possible de reconstruire le modèle.



Dans cet exemple, l'esquisse 2D a été extrudée à une profondeur de 25 mm, ce qui produira un modèle 3D solide aux dimensions de 50 x 25 x 25 mm pour correspondre à la taille du matériau en stock.

# Exemple

## Conception d'une pièce dans un logiciel de CAO

L'étape suivante consiste à créer une autre esquisse sur la face frontale du modèle 3D. Cette esquisse sera utilisée pour créer une nouvelle caractéristique de la pièce.

Sur la face frontale droite, dessinez un carré de 5 x 5 mm à l'origine de la pièce.

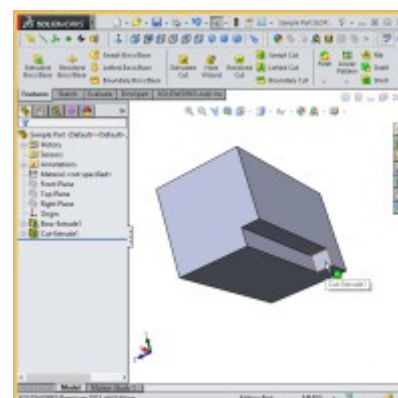
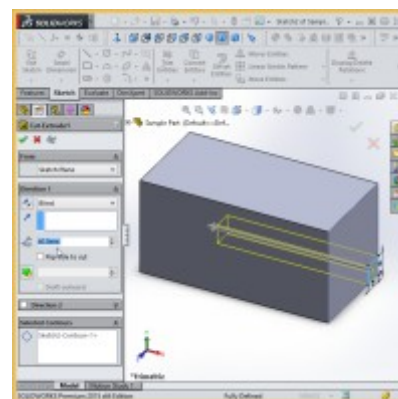
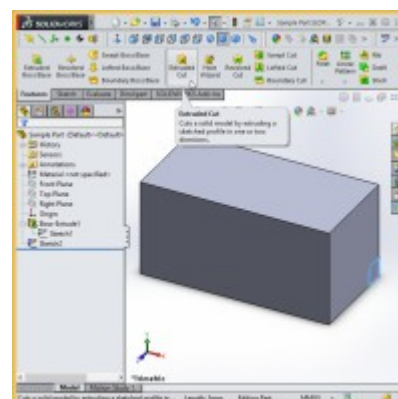
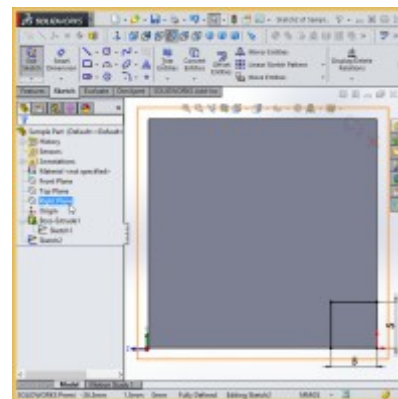
Plus tard dans la conception, si nous voulons modifier la taille de l'élément, nous pouvons revenir à l'esquisse et modifier les dimensions ; celles-ci seront alors reflétées dans les éléments de conception ultérieurs de notre pièce.

Une fois l'esquisse terminée, nous devons ajouter une fonction d'extrusion et de découpe. Il s'agit en fait de l'inverse d'une extrusion ; au lieu d'ajouter de la matière, une coupe enlèvera de la matière à notre modèle 3D.

Les coupes extrudées peuvent être effectuées sur l'ensemble de la pièce ou sur une section définie du modèle.

Dans cet exemple, nous ne voulons découper qu'une partie de la pièce. Réalisez une découpe extrudée en sélectionnant l'esquisse de l'étape précédente, puis découpez le matériau sur une profondeur de 40 mm.

Une fois l'opération terminée, votre pièce devrait ressembler à ceci.

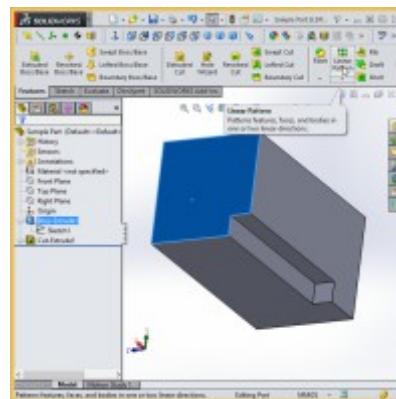


# Exemple

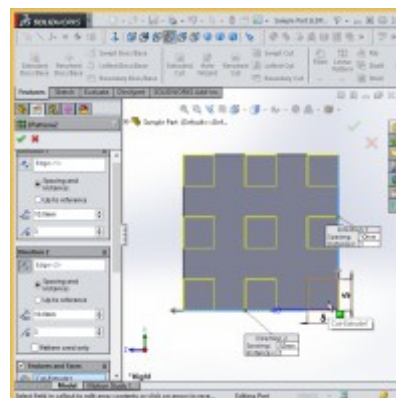
## Conception d'une pièce dans un logiciel de CAO

L'étape suivante consiste à utiliser la caractéristique de l'étape précédente pour créer un motif autour de notre modèle. Un motif est simplement la duplication de la caractéristique ; il peut être linéaire ou circulaire selon la façon dont vous souhaitez dupliquer la caractéristique.

Pour ce dessin, nous allons créer une fonction linéaire dans deux directions. Sélectionnez donc la fonction de découpe extrudée de l'étape précédente, puis l'option de fonction "Motif linéaire".



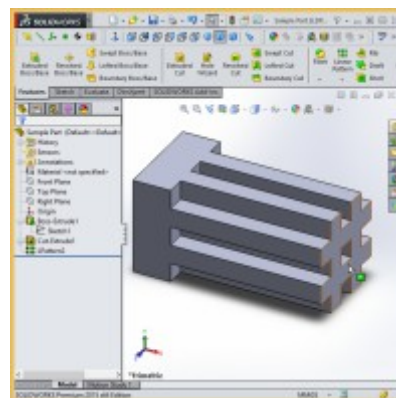
Pour cet exemple, l'élément de coupe extrudé sera dupliqué 3 fois le long des axes Y et Z avec un espacement de 10 mm entre les centres de chaque élément.



Après avoir complété la caractéristique de motif linéaire, le modèle doit ressembler à l'image de droite.

Comme nous avons utilisé l'outil de motif linéaire et choisi de reproduire la caractéristique de coupe extrudée trois fois dans deux directions, nous avons maintenant neuf instances de la caractéristique de coupe extrudée.

Pour ce modèle, nous ne voulons pas inclure le trou carré au centre du modèle dans le processus d'usinage, nous devons donc supprimer cette caractéristique de notre modèle.



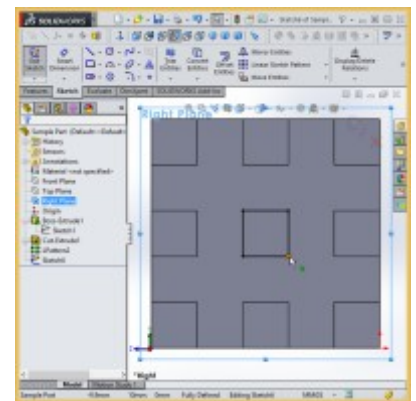


# Exemple

## Conception d'une pièce dans un logiciel de CAO

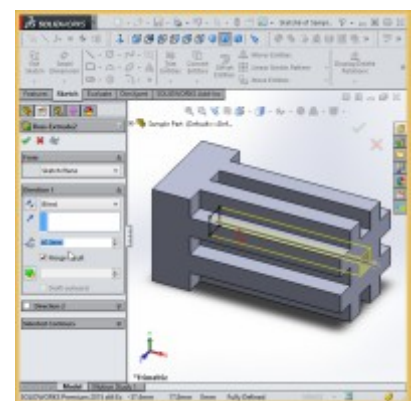
Pour supprimer le trou central, nous créons une nouvelle esquisse sur le modèle. Notez que vous pouvez créer l'esquisse sur la face d'extrémité du modèle ou sur la face de l'élément de coupe extrudé. Si nous choisissons la face d'extrémité du bloc, nous devons extruder dans le matériau pour remplir le trou. Si nous choisissons la face de la coupe extrudée, nous devons alors extruder hors du matériau.

Pour ce dessin, nous allons créer une nouvelle esquisse sur la face de la coupe extrudée.

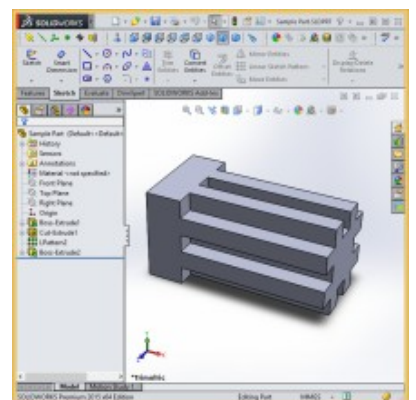


Dans cet exemple, l'esquisse est extrudée à partir de la face intérieure de la coupe, ce qui permet de remplir le trou de l'intérieur jusqu'au bord extérieur du bloc.

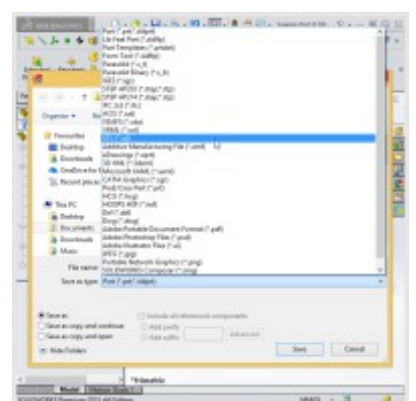
Créez une extrusion de 40 mm à partir de l'esquisse précédente.



Le modèle 3D doit maintenant ressembler à l'image de droite. Cette pièce est maintenant complète et prête à être exportée vers un logiciel de FAO. Cependant, la plupart des logiciels de FAO exigent que les modèles soient dans un format de fichier spécifique.



Pour que cette conception puisse être importée dans un logiciel de FAO, nous enregistrerons le fichier sous la forme d'un fichier de type .STL.





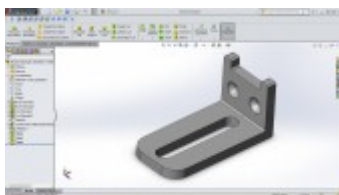


Les logiciels de fabrication assistée **par** ordinateur (**FAO**) sont utilisés pour contrôler les machines-outils dans le but de fabriquer des composants.

Les logiciels de FAO sont généralement utilisés à la suite du processus de CAO, au cours duquel une conception 2D ou 3D est convertie en instructions détaillées (code G) qui commandent les machines-outils à commande numérique par ordinateur (CNC), bien que les conceptions puissent également être produites dans certains logiciels de FAO.

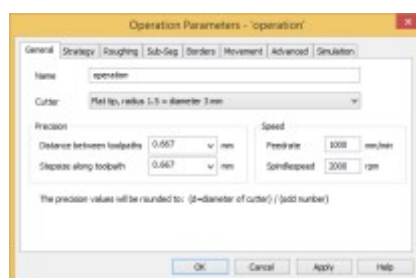
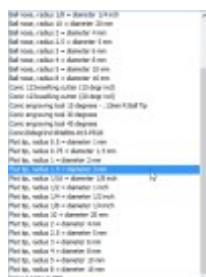
Une fois la conception d'un composant finalisée, la pièce doit être fabriquée. En général, la procédure de création de la pièce suit la méthode suivante :

1. Créer un modèle 3D solide de la pièce à produire. Tout format CAO standard est acceptable.
2. Importer le modèle solide dans le logiciel de fabrication assistée par ordinateur (FAO).
3. Saisissez la taille du stock de matières premières et définissez l'origine des coordonnées de la pièce.
4. Saisissez les informations nécessaires pour chaque outil utilisé dans l'usinage des caractéristiques de la pièce. En général, il existe une bibliothèque d'outils, qui est simplement une base de données d'outils et de leurs paramètres.
5. Pour chaque caractéristique de la pièce, sélectionnez l'outil approprié dans la bibliothèque et définissez les paramètres nécessaires à l'usinage de cette caractéristique. Les paramètres typiques sont la vitesse de la broche, la profondeur de coupe, la vitesse d'avance, le nombre de passes, la configuration du chemin d'outil, etc.
6. Vérifiez les trajectoires d'outils programmées en exécutant le cycle d'usinage virtuel du logiciel de FAO.

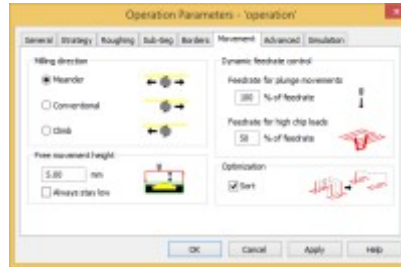
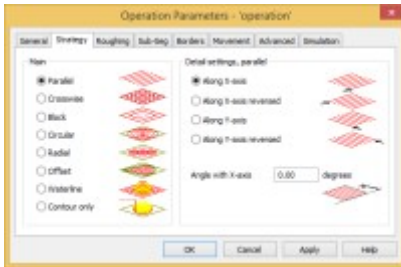


Le composant est conçu à l'aide d'un logiciel de CAO (par exemple Solidworks) et importés dans un logiciel de FAO.

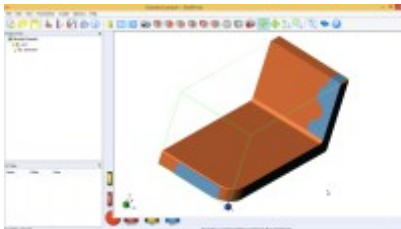
Dans le logiciel de FAO, la taille de la matière première est définie et les coordonnées sont mises à zéro.



Les outils de coupe sont sélectionnés et leurs paramètres d'outillage sont réglés et stockés.



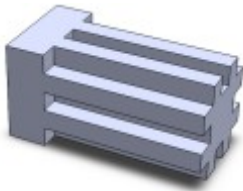
Les paramètres typiques de l'outillage comprennent la vitesse de la broche, la profondeur de coupe, la vitesse d'avance, le nombre de passes, le tracé de la trajectoire de l'outil, etc.



Une simulation de coupe est ensuite exécutée dans le logiciel de FAO afin de détecter les éventuels problèmes. les erreurs avant de couper.

# Exemple

## Fabrication d'une pièce à l'aide de micro-machines CNC



### 4-EXEMPLE DE fraisage d'axe

Dans cet exemple, on vous montrera la procédure à suivre pour fabriquer un petit composant à l'aide de la fraiseuse à 4 axes Micro CNC.

Dans cet exemple, la pièce à fabriquer est la pièce type conçue dans l'exemple CAO, comme le montre l'image de gauche.

Cet exemple utilise DeskProto, un logiciel de FAO 3D.

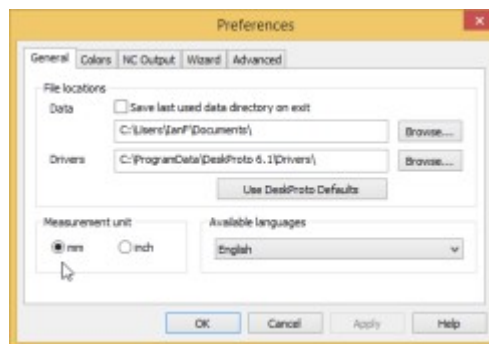
Cet exemple montre comment importer un dessin de CAO dans un environnement de logiciel de FAO typique ; bien que les procédures des différents logiciels soient similaires, il y a des différences dans les menus et les options disponibles.

Une fois la conception importée, DeskProto sera utilisé pour créer des trajectoires d'outils et les traduire en code G prêt à être converti par le système de commande MicroCNC en mouvement physique de l'outil de coupe.

### Premier lancement de DeskProto

La première fois que vous ouvrirez DeskProto, vous serez invité à définir les dimensions de l'unité.

Vous pouvez également modifier les paramètres de dimension dans le menu d'options du programme principal. Après avoir modifié/sélectionné "mm", cliquez sur "OK" pour continuer.



Écran de bienvenue Menu des options Écran de démarrage

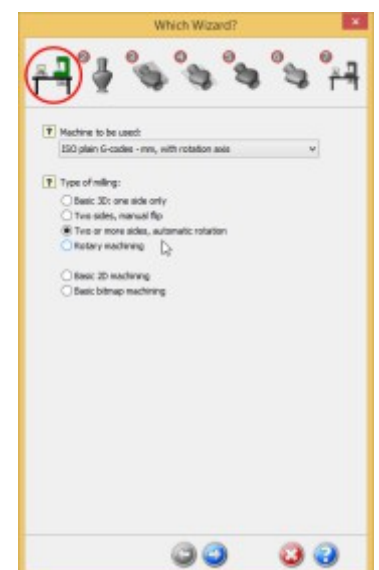
Sur l'écran de démarrage, sélectionnez

**"Démarrer l'assistant". Écran de l'assistant**

La première étape consiste à définir le type d'opération nécessaire à la création de la pièce.

Pour cet exemple, nous devons régler le logiciel sur "Deux ou plusieurs faces, rotation automatique".

Une fois sélectionné, cliquez sur la flèche bleue pour passer à l'écran de configuration suivant.



## Qu'est-ce que le tamisage mécanique ?

Cet écran permet de sélectionner le fichier CAO requis.

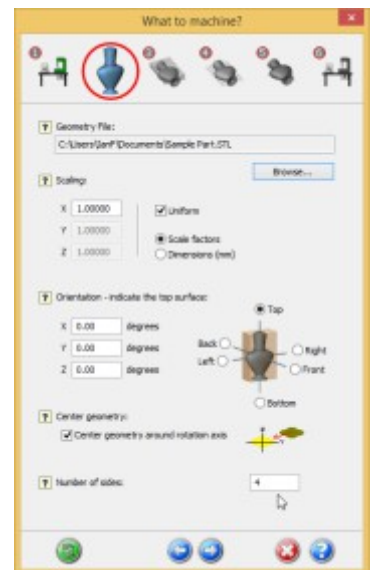
Utilisez le bouton Parcourir pour ouvrir un dialogue de fichier et sélectionnez le fichier .STL de la pièce à usiner.

Réglez le facteur d'échelle sur 1 - Uniforme.

Sélectionnez l'orientation pour indiquer la face supérieure, c'est-à-dire la face à usiner.

Pour cet exemple, la valeur "Nombre de côtés" doit être remplacée par 4.

Cliquez sur la flèche bleue pour passer à l'écran de configuration suivant.



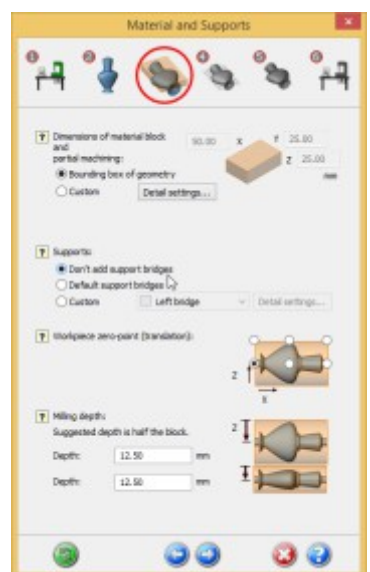
## Matériel et supports Écran

Cet écran est utilisé pour fournir les détails du stock, des supports (si nécessaire), du point zéro (origine) et de la profondeur de fraisage.

Lorsqu'un fichier CAO est importé dans DeskProto, une boîte de délimitation est appliquée au modèle importé. Elle représente le plus petit espace dans lequel la pièce peut être enfermée. Il s'agit essentiellement de la plus petite taille de stock à partir de laquelle la pièce peut être produite.

Dans de nombreux cas, le matériau en stock sera plus grand que la pièce finie, de sorte que nous devons également ajouter un point zéro comme référence de départ.

Sélectionnez "Boîte de délimitation de la géométrie". Pour cette pièce, nous n'avons pas besoin de ponts de support, sélectionnez donc "Ne pas ajouter de ponts de support". Définissez l'origine zéro comme étant la base de la pièce et définissez la profondeur de fraisage à 12,50 mm (pour cet exemple).



Cliquez sur la flèche bleue pour passer à l'écran de configuration suivant.

## Écran d'ébauche

L'ébauche est la première étape de l'enlèvement de matière sur une pièce de la pile. Il s'agit généralement d'une passe de coupe rapide dont la taille est légèrement supérieure à celle de la pièce finie.

Cet écran permet de sélectionner le type et la taille de la fraise à utiliser, la distance entre les trajectoires de l'outil et la vitesse de coupe.

La plupart des logiciels de FAO permettent également aux utilisateurs de sélectionner la stratégie de coupe et d'autres paramètres. Vous devrez également indiquer le type et la longueur de l'outil de coupe.

Sélectionnez "Utiliser l'opération d'ébauche", réglez l'outil de coupe sur le type que vous utilisez ; pour cet exemple, nous voulons que la stratégie de coupe soit "Lignes d'eau".

Cliquez sur la flèche bleue pour passer à l'écran de configuration suivant.





## Écran de finition

L'opération de finition est la dernière passe et celle où la pièce sera "finie" aux bonnes dimensions. Il s'agit d'un passage fin et lent de l'outil de coupe, par petites étapes.

Sélectionnez le type d'outil de coupe que vous utilisez. Si le type d'outil de coupe ne figure pas dans la liste déroulante, sélectionnez "Cutter Library" et entrez les détails de votre outil de coupe.

Sélectionnez à nouveau "Waterlines" comme stratégie

de découpe. Cliquez sur la flèche bleue pour passer à

l'écran de configuration suivant.



## Envoyer à Machine Screen

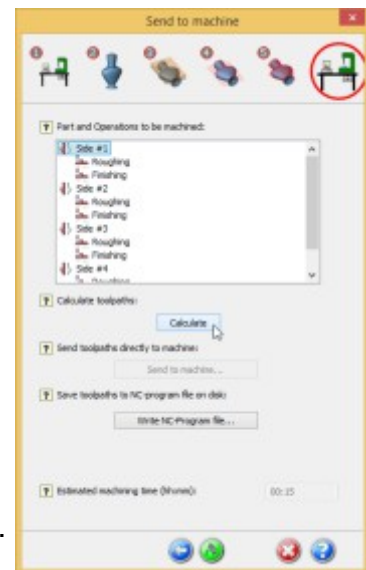
Le dernier écran est un écran de confirmation qui donne une vue d'ensemble du programme de découpe créé par l'assistant.

Si vous êtes satisfait du programme de découpe, sélectionnez "Calculer" pour calculer les trajectoires de l'outil de découpe. Cependant, pour cet exemple, nous devons définir quelques paramètres supplémentaires.

Si le programme de découpe est acceptable, il peut être envoyé directement à une machine CNC si celle-ci est connectée au PC, sinon il peut être sauvegardé en tant que programme NC.

Sélectionnez "Calculer" pour générer un programme de découpe.

Cliquez sur le bouton "drapeau vert" pour quitter l'assistant de configuration.

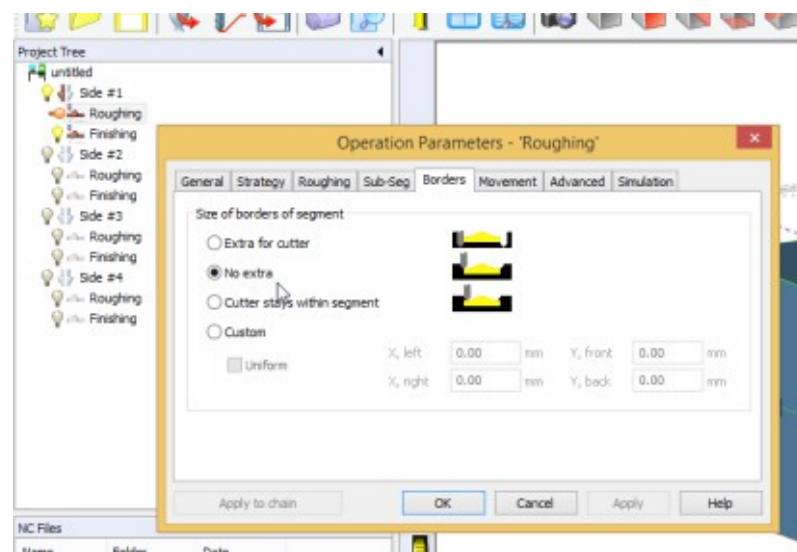


## Paramètres supplémentaires

Pour cet exemple, nous devons modifier les paramètres des bordures autour de la pièce. Comme nous usinons un bloc de matériau, il n'y a pas de bordures extérieures.

Dans l'arborescence du projet, double-cliquez sur "Côté 1" "Ebauche" pour ouvrir la fenêtre des paramètres opérationnels. Sélectionnez l'onglet "Bordures" et sélectionnez "Pas de supplément", appliquez et quittez.

Répéter l'opération ci-dessus pour la "finition et pour les autres côtés.

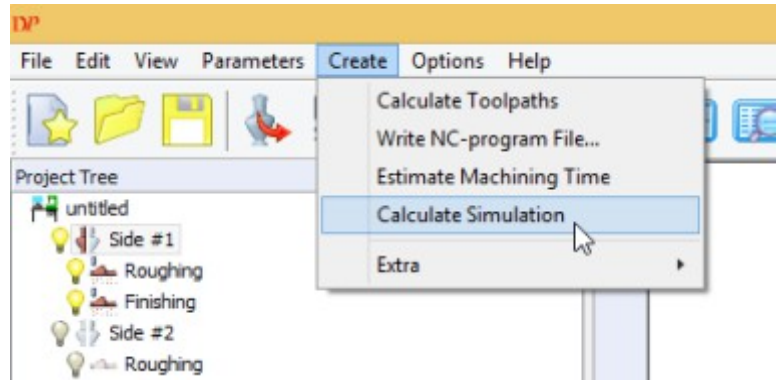




## Simulation

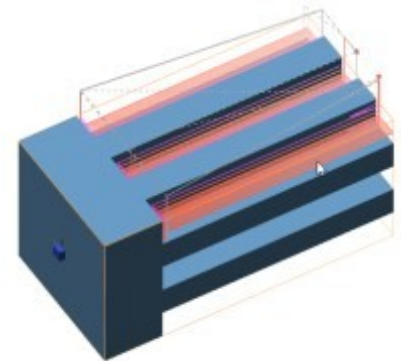
Avant d'enregistrer le code G, il est possible de visualiser une simulation des trajectoires de l'outil de coupe.

Cette opération peut être effectuée pour s'assurer que l'opération de coupe est conforme aux prévisions.



Après avoir créé la simulation, les trajectoires de l'outil sont affichées autour de la pièce comme indiqué ci-contre.

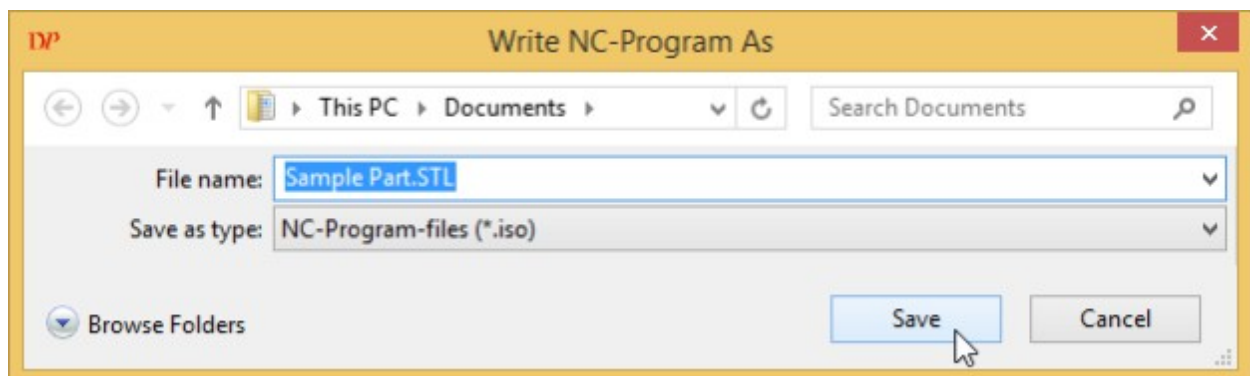
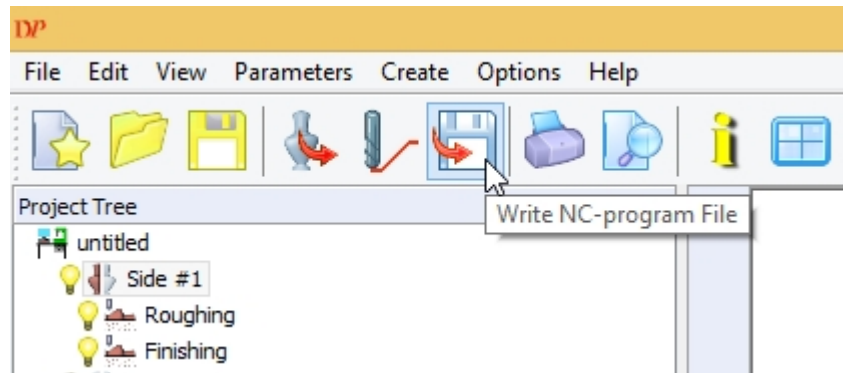
Effectuer une simulation pour chaque côté afin de s'assurer que les paramètres corrects ont été définis.



## Sauvegarde du fichier GCode

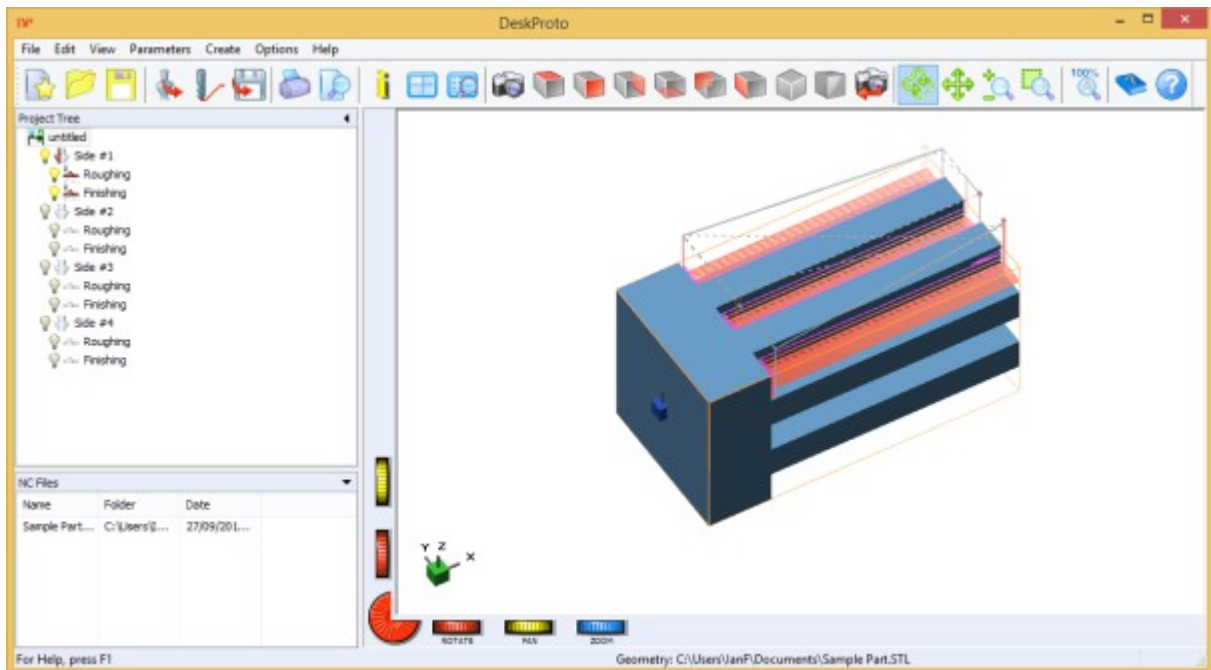
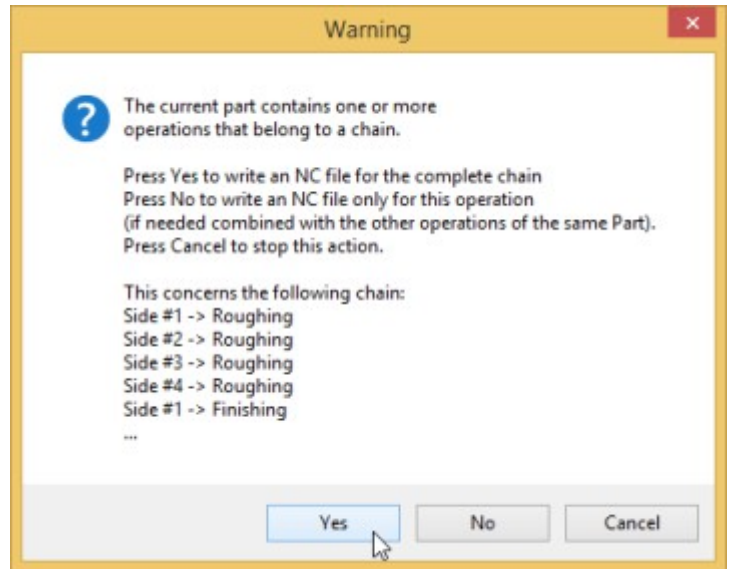
Après avoir vérifié que tous les paramètres de découpe sont corrects, le programme de découpe doit être enregistré sous forme de code G. Pour ce faire, il faut enregistrer le fichier sous la forme d'un fichier .ngc. Pour ce faire, il suffit d'enregistrer le fichier en tant que .ngc.

Note : Le nom du fichier ne doit pas comporter plus de 8 caractères.



Le fichier de code G peut concerner l'ensemble de l'opération ou une seule chaîne d'opérations. Cela dépend de la nécessité de changer d'outil pour passer d'une opération à l'autre.

Un avertissement vous indique si vous enregistrez plusieurs opérations dans un seul fichier G-code.



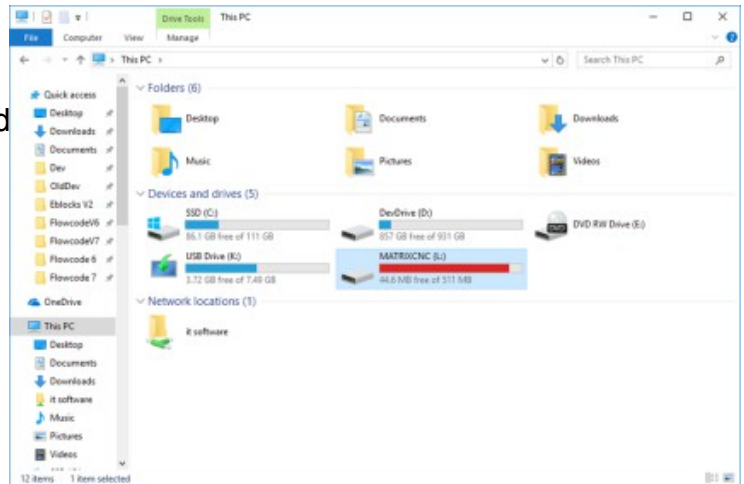
Après avoir quitté l'assistant de configuration, le modèle CAO est affiché avec les parcours d'outils programmés.

## Copier des fichiers sur la machine CNC

Une fois que DeskProto a été utilisé pour générer le code G, le fichier .NGC sauvegardé doit être copié sur le contrôleur Micro CNC comme suit :

Connecter le câble USB du PC au contrôleur Micro CNC.

Un nouveau lecteur apparaît sur votre ordinateur dossier informatique.

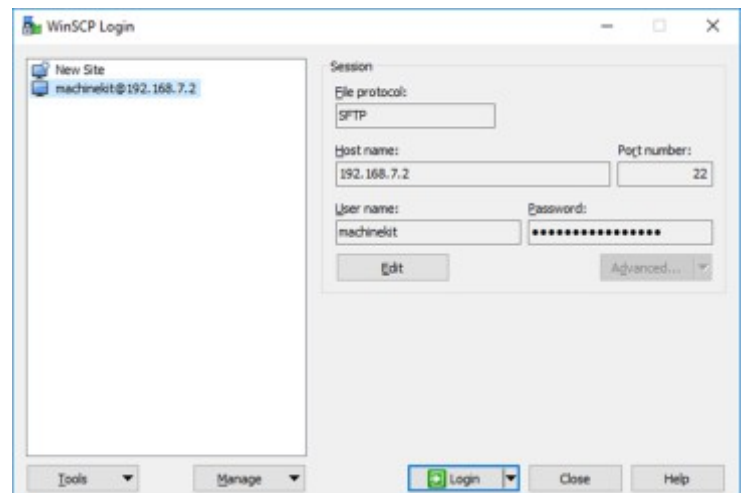


Naviguez jusqu'au répertoire suivant.

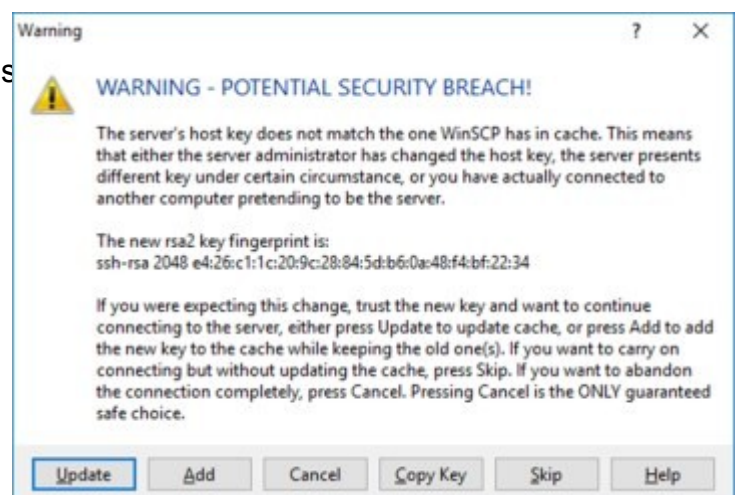
MatrixCNC /

Double-cliquez sur le fichier Launch\_File\_Transfer.bat

Cliquez sur Connexion

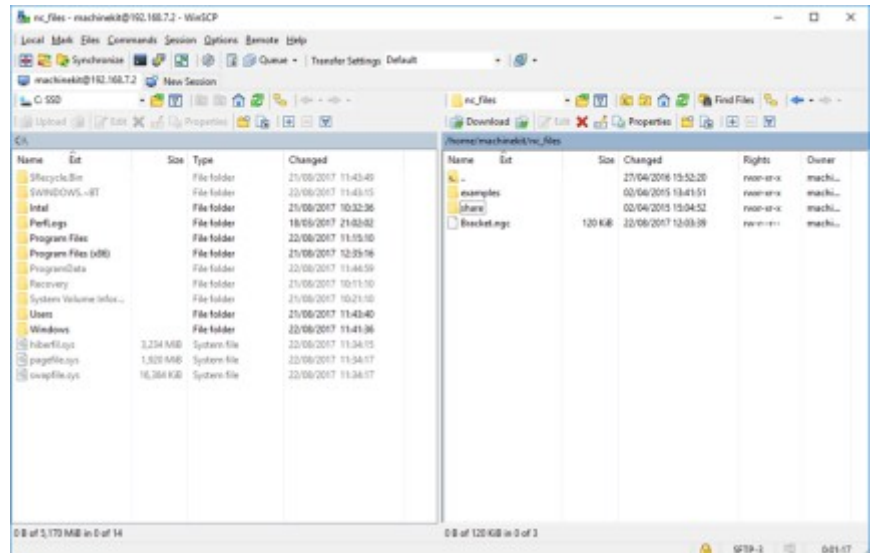


Si vous obtenez un message d'avertissement, cliquez sur "Ajouter", puis reconnectez-vous.



## Fabrication d'une pièce à l'aide de micro-machines CNC

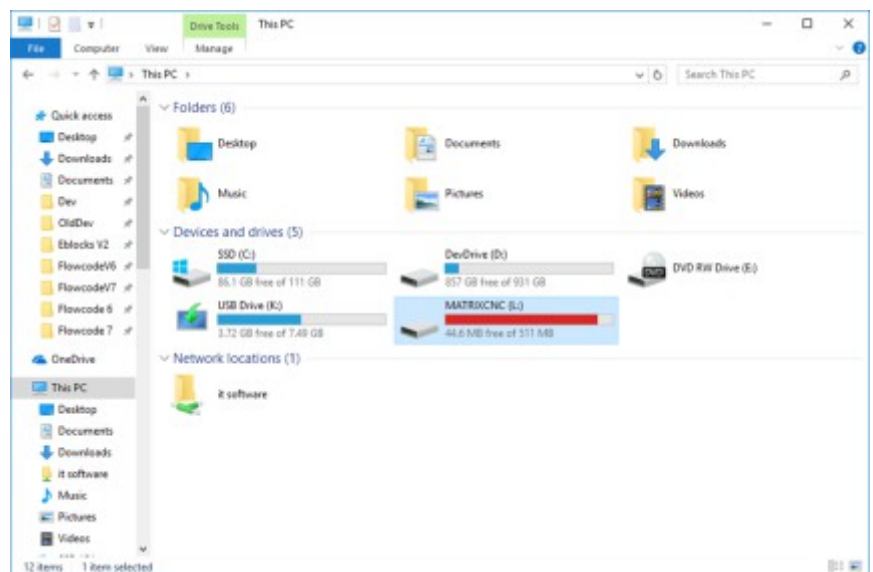
Copiez vos fichiers .ngc du code g dans le dossier /home/machinekit/nc\_files.



## Exécution d'une opération de découpe

Connecter le câble USB du PC à la machine CNC.

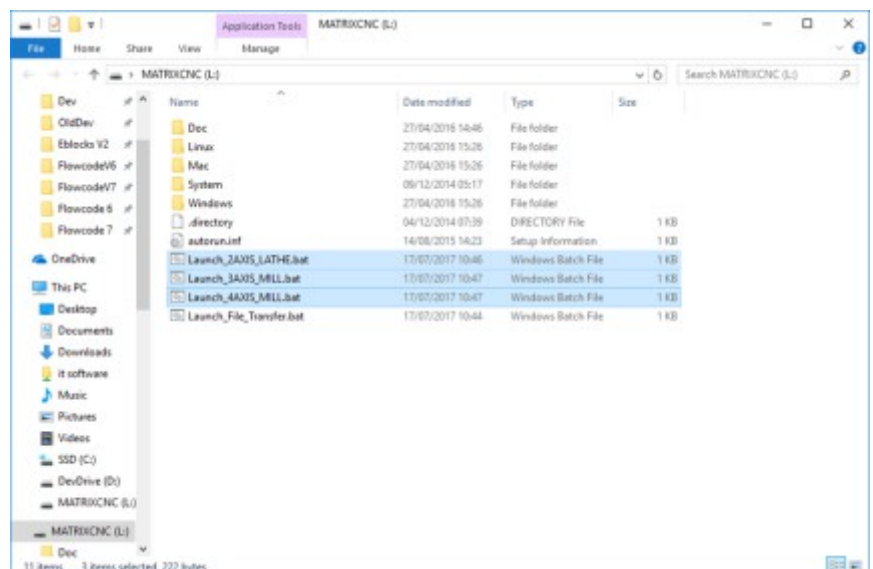
Un nouveau lecteur apparaît sur dans le dossier de votre ordinateur local.



Parcourez le site suivant répertoire.

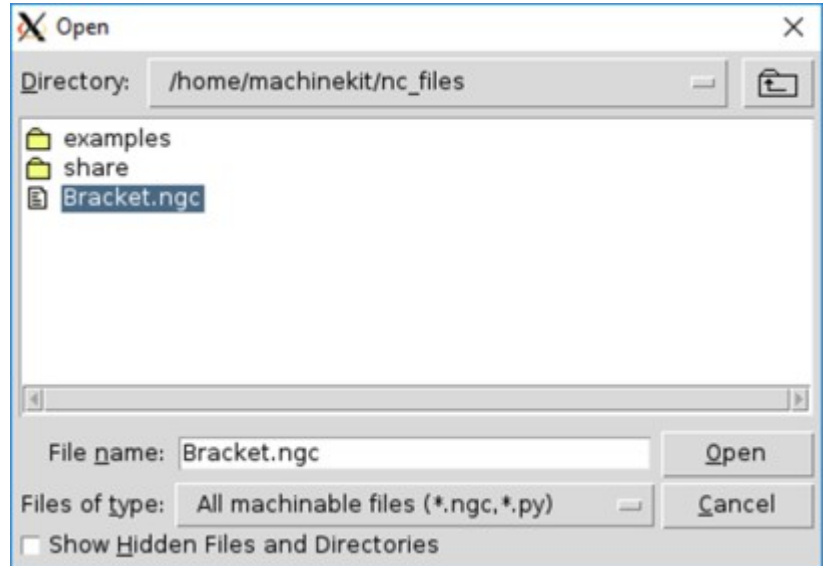
MatrixCNC /

Double-cliquez sur le fichier correspondant à la configuration de votre machine.

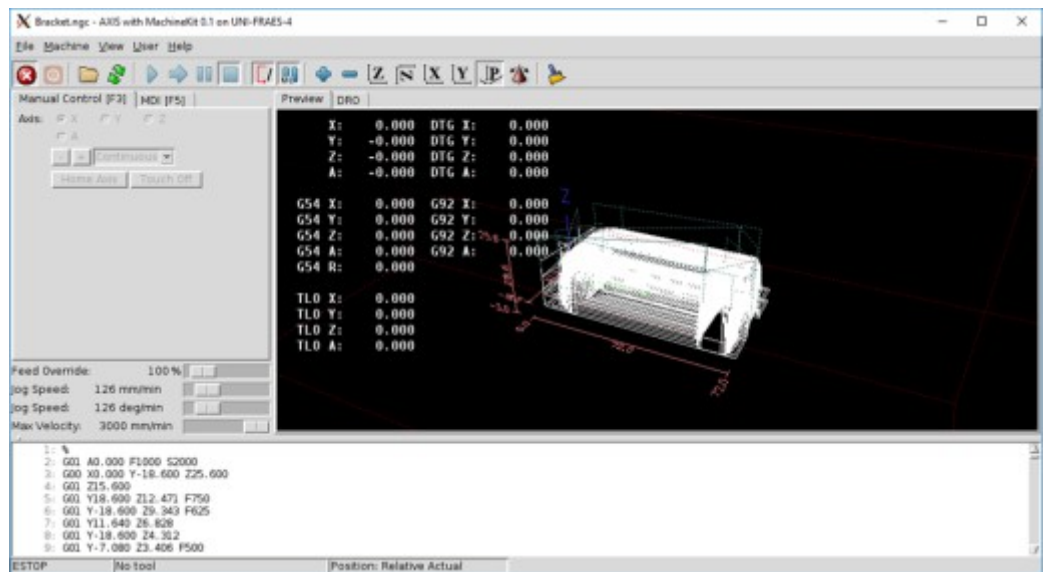




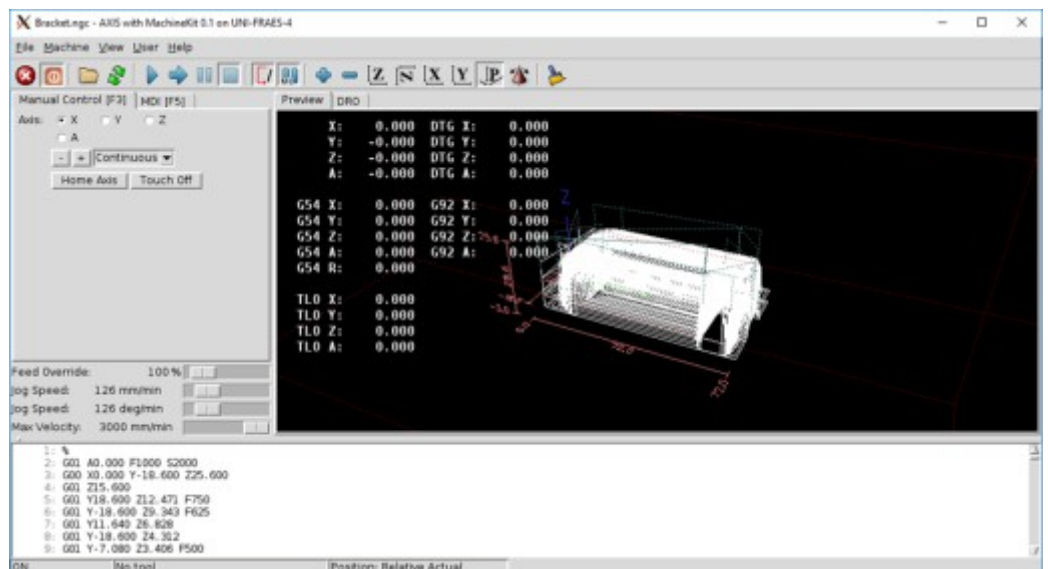
Cliquez sur l'icône Ouvrir pour ouvrir votre fichier de code G.



Cliquez sur le bouton d'arrêt d'urgence (en haut à gauche) pour mettre la machine en ligne.



Cliquez sur le bouton d'alimentation de la machine (2e en partant de la gauche) pour mettre la machine sous tension et la rendre prête à fonctionner.

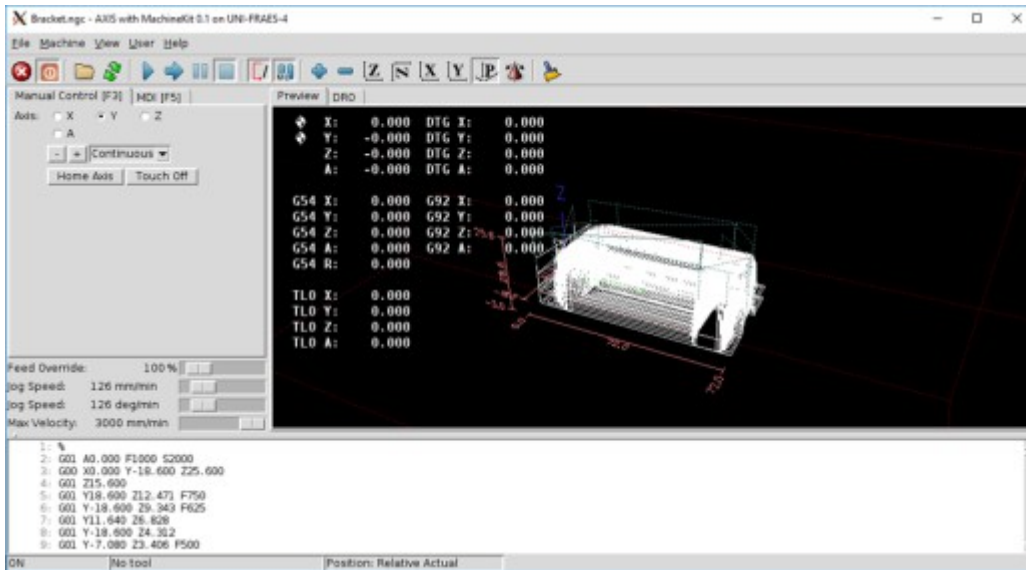




Sélectionnez votre axe (X, Y, Z, A) et utilisez les boutons + / - pour déplacer l'axe.

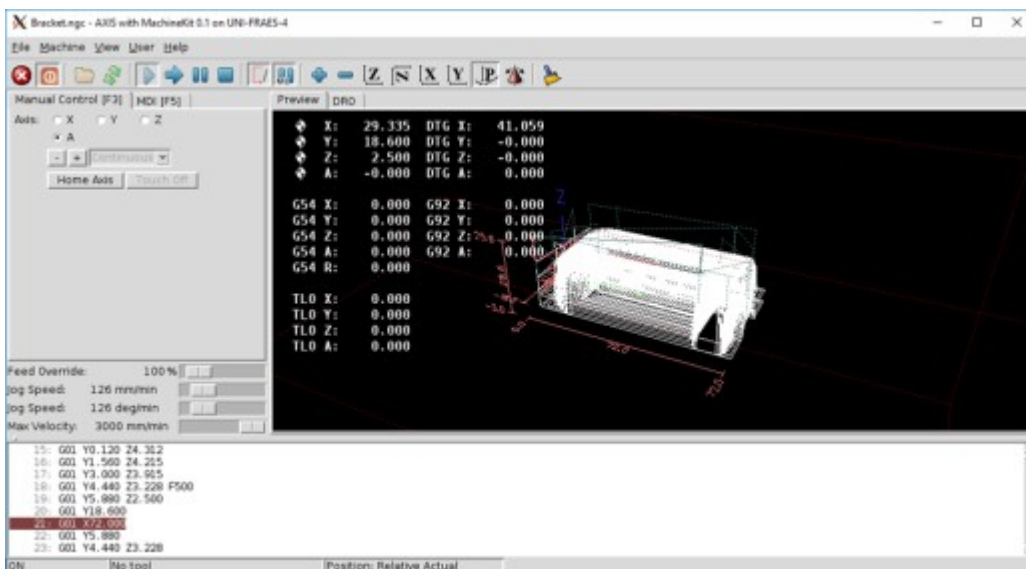
Sélectionnez chaque axe à tour de rôle et cliquez sur le bouton Home Axis pour confirmer que l'axe a été initialisé dans la position de départ 0,0,0,0.

Une icône apparaît à côté de l'axe qui a été hométisé ; les axes X et Y sont illustrés.



Une fois que tous les axes ont été mis en place, lancez l'opération en cliquant sur le bouton "Play" (Jouer).

L'écran s'anime et affiche la position actuelle de la fraise ainsi que le code G.



# Fiche de travail 1

## Tour - Pièce cylindrique étagée

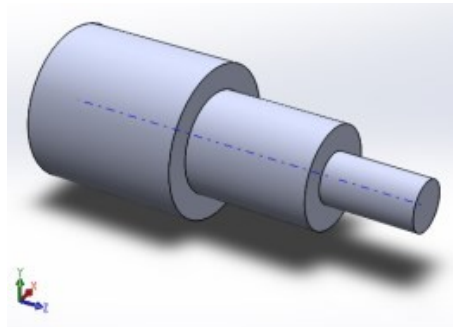
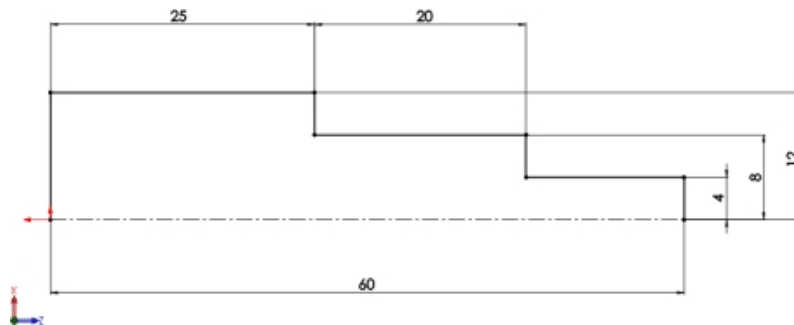
### Tour Tâche 1

Cette tâche consiste à produire une pièce simple à l'aide du tour MicroCNC.

Vous devez utiliser

le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour.. :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique le marquage du matériau en stock et l'utilisation manuelle des axes X et Y de manière indépendante.
2. Écrire manuellement le code G dans votre logiciel de FAO.
3. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre logiciel de CAO. Système CAM.



### Feuille d'activité 1 - Tour - Code G écrit manuellement

;En supposant 0,0 Origine à l'extrémité (contre-pointe) d'une pièce de 28 mm de diamètre, à 14 mm du pivot central

;Coordonnées absolues

G21 ;mm Unités

G90 ;Coordonnées absolues

G1 X-2 F2 ;Déplaceraxe X vers le bas de 2mm dans le matériau vitesse  
G1 Z-60 F2 ;Déplacer le long de la pièce coupant un rayon de 12mm

G1 Z0 F10 ;Retour à Z0

G1 X-6 F2 ;Déplaceraxe X vers le bas de 4 mm supplémentaires dans le matériau  
G1 Z-35 F2 ;Se déplacer le long de la pièce en coupant un rayon de 8 mm  
G1 Z0 F10 ;Revenir à Z0

G1 X-10 F2 ;Déaxe X vers le bas de 4 mm

supplémentaires dans le matériau  
G1 Z-15 F2 ;Se déplacer le long de la pièce en coupant un rayon de 4 mm  
G1 X0 F10 ;Ramener l'axe X à la position de départ

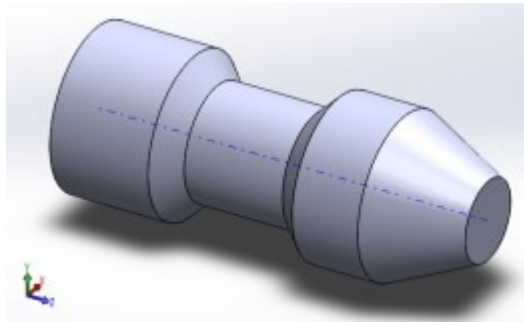
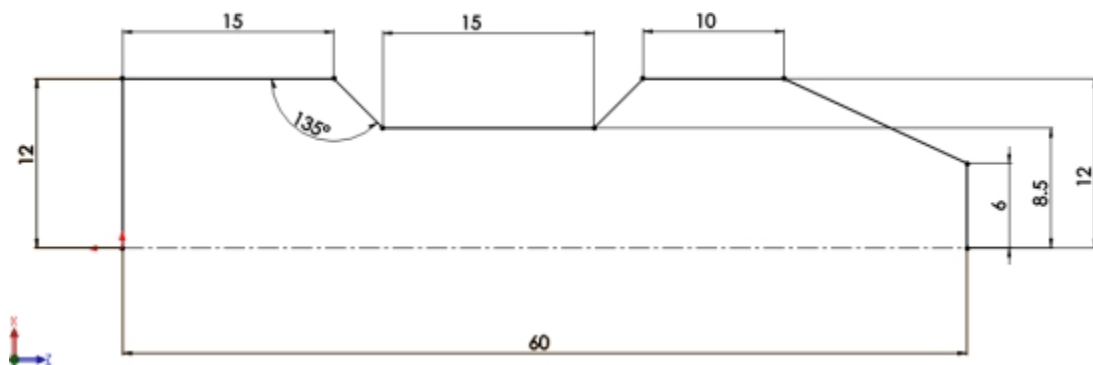
G1 Z0 F10 ;Ramener l'axe Z à la position de départ

## Tour - Pièce cylindrique conique

### Tour Tâche 2

Cette tâche consiste à produire une pièce relativement simple à l'aide du tour MicroCNC. Vous devez utiliser le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour.. :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique le marquage du matériau en stock et l'utilisation manuelle des axes X et Y de manière indépendante et simultanée.
2. Écrire manuellement le code G dans votre logiciel de FAO.
3. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre logiciel de CAO. Système CAM.



### Feuille d'activité 2 - Tour - Code G écrit manuellement

;En supposant 0,0 Origine à l'extrémité (contre-pointe) d'une pièce de 28 mm de diamètre, à 14 mm du pivot central  
;Coordonnées absolues

```
G21 ;mm Unités
G90 ;Coordonnées absolues
X-8 F2 ;Déplacer l'axe X de 8 mm dans le stock, à une vitesse de 2
mm/s (rayon de 6 mm) G1 Z-13 X-2 F2 ;Déplaceraxe X en diagonale hors du stock
(rayon de6 mm à 12 mm) G1 Z-23 F2 ;Se déplacer le long du stock en coupant un
rayon de 12 mm
G1 Z-26.5 X-5.5 F2 ;Déplacerlaxe X en diagonale dans la pièce de 3,5 mm
(rayon de8,5 mm) G1 Z-41.5 F2 ;Se déplacer le long de la pièce en coupant
un rayon de 8,5 mm
G1 Z-45 X-2 F2 ;Déplaceraxe X en diagonale hors du stock de 3,5 mm
(rayon de12 mm) G1 Z-60 F2 ;Se déplacer le long du stock en coupant un rayon de 12 mm

G1 X0 F10 ;Ramener l'axe X à la position de départ
G1 Z0 F10 ;Ramener l'axe Z à la position de départ
```

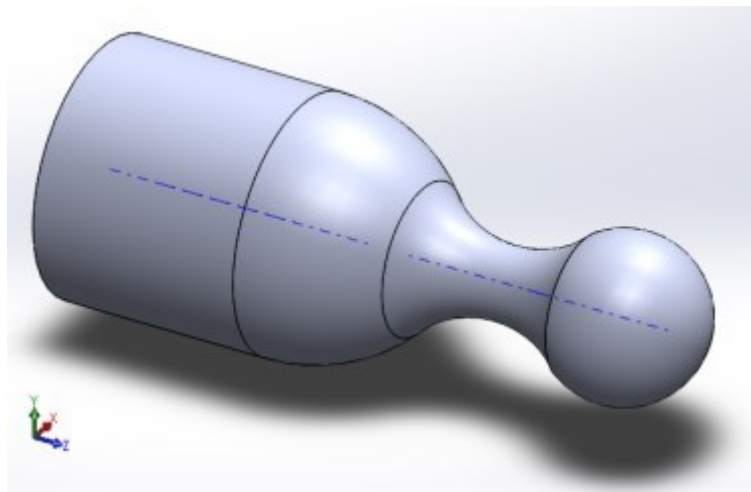
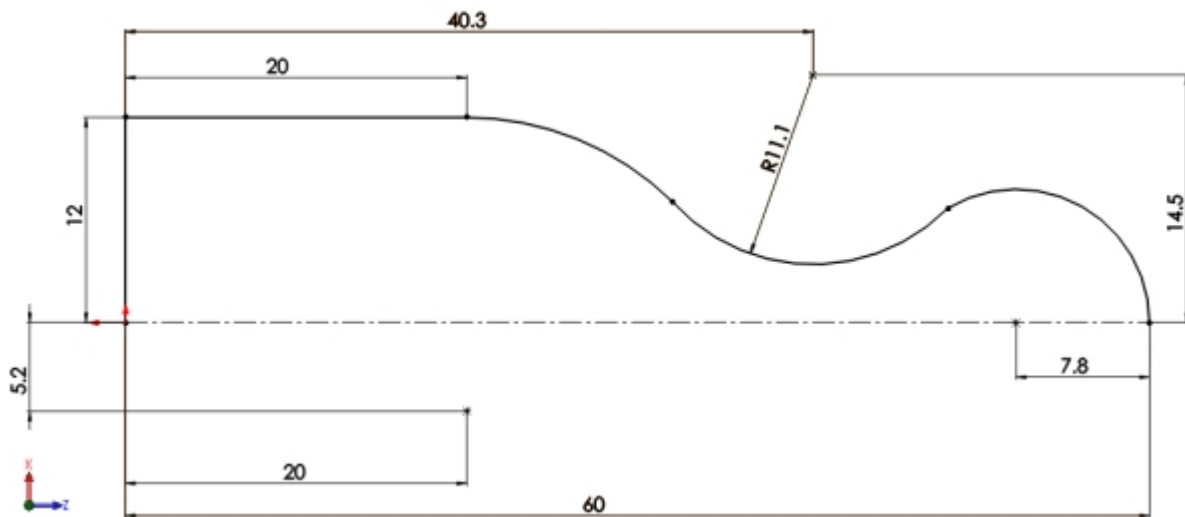
# Fiche de travail 3

## Tour - Pièce cylindrique complexe

### Tour Tâche 3

Cette tâche consiste à produire une pièce à géométrie complexe à l'aide du tour MicroCNC. Vous devez utiliser le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour.. :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique le marquage du matériau de base et l'utilisation manuelle des axes X et Y, indépendamment et simultanément.
2. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre système de FAO.



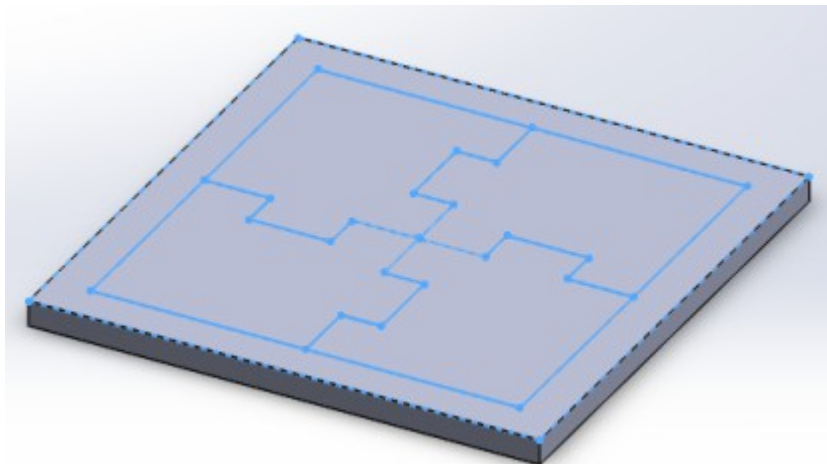
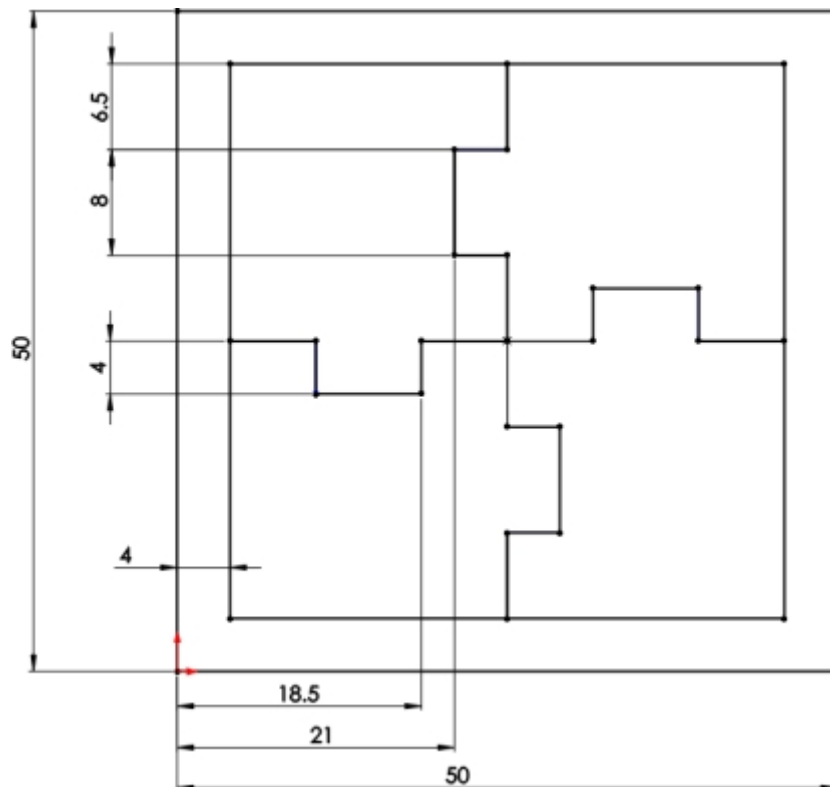
# Fiche de travail 4

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse simple

### Fraiseuse à 3 axes Tâche 1

Cette tâche consiste à produire un puzzle simple à l'aide de la fraiseuse à 3 axes MicroCNC. Vous devez utiliser le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique de marquer le matériau de base et d'actionner manuellement les axes X et Y de manière indépendante ; vous contrôlerez également la profondeur de l'outil de coupe en actionnant manuellement l'axe Z.
2. Écrire manuellement le code G dans votre logiciel de FAO.
3. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre système de FAO.





# Fiche de travail 4 (suite)

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse simple

Feuille de travail 4 - 3 axes - Code G écrit manuellement

;En supposant que l'origine de départ est 0,0,0 dans le coin inférieur gauche de la pièce, Z doit être positionné de manière à ce que la mèche de la fraise soit aussi proche que possible du haut de la pièce, mais sans la toucher.

;Coordonnées absolues

G21 ;mm Unités  
G90 ;Coordonnées absolues  
G0 Z1 F10 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide  
G0 X4 Y25 F10 ;Déplacer vers l'absolu 4, 25 mouvement rapide

G1 Z-3 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Commencer la coupe intérieure - Horizontal  
G1 X10.5 F2 ;Déplacer X+ de 6.5mm

G1 Y21 F2 ; Dé p l a c e r Y- de 4mm  
G1 X18.5 F2 ;Déplacer X+ de 8mm  
G1 Y25 F2 ; Déplacer Y+ de 4mm

G1 X31.5 F2 ;DéX+ de 13mm (2 x.5mm)  
G1 Y29 F2 ;Déplacer Y+ de 4mm

G1 X39.5 F2 ;Déplacer X+ de 8mm  
G1 Y25 F2 ;Déplacer Y- de 4mm  
G1 X46 F2 ;DéplacerX+ de 6.5mm

G0 Z1 F2 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un

mouvement rapide  
G0 X25 Y4 F10 ;Déplacer vers l'absolu 25, 4 mouvements rapides

G1 Z-3 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Continuer la coupe intérieure - Vertical  
G1 Y10.5 F2 ;Déplacer Y+ de 6.5mm

G1 X29 F2 ; Déplacer X+ de 4mm  
G1 Y39.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X25 F2 ; Déplacer X- de 4mm

G1 Y31.5 F2 ;DéY+ de 13mm (2 x.5mm)  
G1 X21 F2 ;Déplacer X- de 4mm

G1 Y18.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X25 F2 ;Déplacer X+ de 4mm  
G1 Y46 F2 ;DéplacerY+ de 6.5mm

G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X4 Y4 F10 ; Déplacement vers l'absolu 4, 4 déplacements rapides

G1 Z-3 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Périmètre extérieur coupé - Vérifier que vos pinces ne sont pas dans le chemin !

G1 X46 F2 ;Déplacer X+ de 42mm  
G1 Y46 F2 ;Déplacer Y+ de 42mm  
G1 X4 F2 ;Déplacer X- de 42mm

G1 Y4 F2 ;Déplacer Y- de 42mm

G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X0 Y0 F10 ;Déplacement en absolu 0, 0 déplacement rapide  
G0 Z0 F10 ;Déplacement en absolu 0,0,0 déplacement rapide

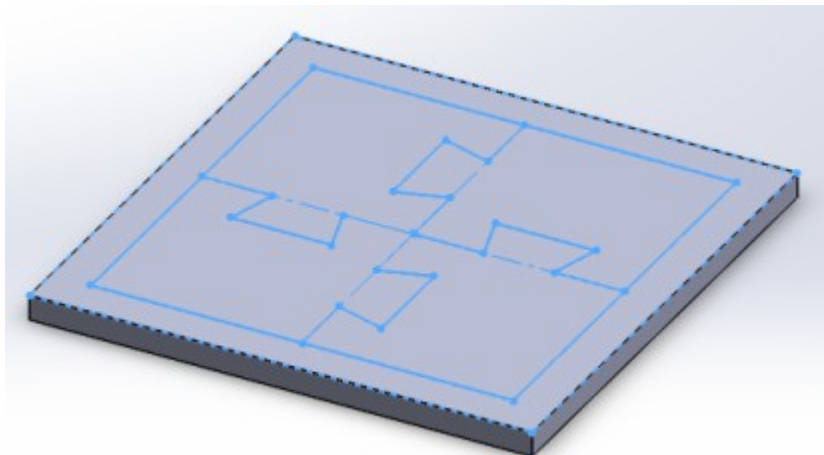
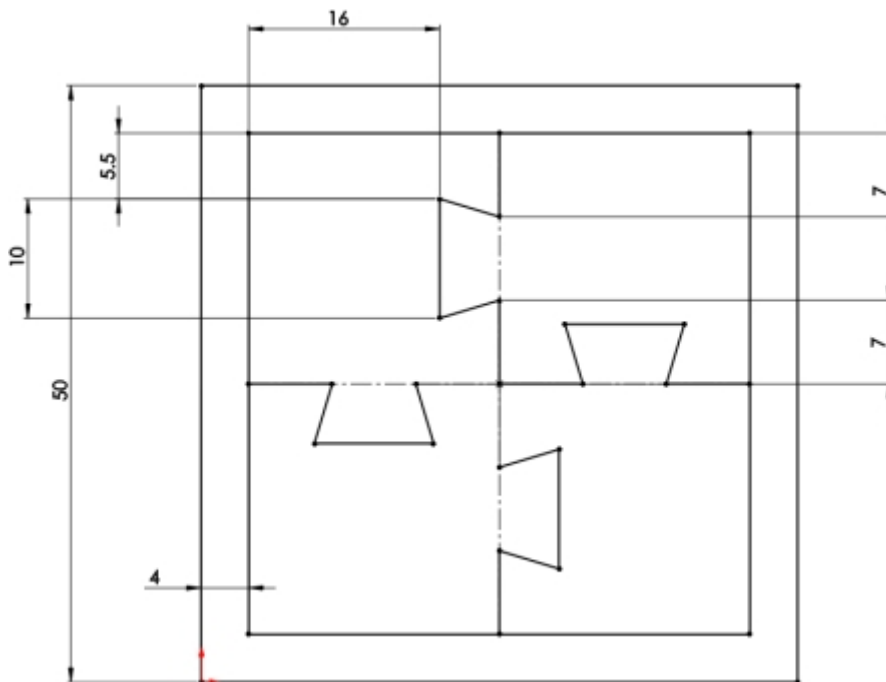
# Fiche de travail 5

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse à emboîtement 1

### Fraiseuse à 3 axes Tâche 2

Cette tâche consiste à produire un puzzle simple à emboîtement à l'aide de la fraiseuse à 3 axes MicroCNC. Vous devez utiliser le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique de marquer le matériau de base et d'actionner manuellement les axes X et Y, à la fois indépendamment et simultanément ; vous contrôlerez également la profondeur de l'outil de coupe en actionnant manuellement l'axe Z.
2. Écrire manuellement le code G dans votre logiciel de FAO.
3. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre système de FAO.



# Fiche de travail 5 (suite)

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse à emboîtement 1

Feuille de travail 5 - 3 axes - Code G écrit manuellement

;En supposant que l'origine de départ est 0,0,0 dans le coin inférieur gauche de la pièce, Z doit être positionné de manière à ce que la mèche de la fraise soit aussi proche que possible du haut de la pièce, mais sans la toucher.

;Coordonnées absolues

G21 ;mm Unités  
G90 ;Coordonnées absolues  
G0 Z1 F10 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvementrapide  
G0 X4 Y25 F10 ;Déplacer en absolu 4, 25 mouvement rapide

G1 Z-3 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Commencer la coupe intérieure -Horizontal G1 X11 F2 ;Déplacer X+ de 7mm  
G1 X9.5 Y20 F2 ;DéX- de 1.5mm Y- deG1  
X19.5 F2 ;Déplacer X+ de 10mm  
G1 X18 Y25 F2 ;DéX- de 1,5mm Y+ deG1 X32  
F2 ;Déplacer X+ de 14mm  
G1 X30.5 Y30 F2 ;DéX- de 1.5mm Y+ deG1  
X40.5 F2 ;Déplacer X+ de 10mm  
G1 X39 Y25 F2 ;DéX- de 1.5mm Y- deG1 X46  
F2 ;Déplacer X+ de 7mm  
Z1 F2 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un

mouvementrapideG0 X25 Y4 F10 ;Déplacer vers l'absolu 25, 4 mouvement

rapide

G1 Z-3 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Continuer la coupe intérieure -Vertical G1 Y11 F2 ;Déplacer Y+ de 7mm  
G1 X30 Y9.5 F2 ;DéplacerX+ de 5mm Y- de.5mm G1 Y19.5 F2 ;Déplacer Y+ de 10mm  
G1 X25 Y18 F2 ;DéX- de 5mm Y- de.5mm G1  
Y32 F2 ;Déplacer Y+ de 14mm  
G1 X20 Y30.5 F2 ;DéplacerX- de 5mm Y- de.5mm G1 Y40.5 F2 ;Déplacer Y+ de 10mm  
X25 Y39 F2 ;DéplacerX+ de 5mm Y- de.5mm G1 Y46 F2 ;Déplacer Y+ de 7mm  
G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X4 Y4 F10 ;Déplacement vers la valeur absolue 4, 4 déplacements rapides

G1 Z-3 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 3mm dans le matériau - Périmètre extérieur coupé - Vérifier que les pinces ne sont pas dans le chemin !

G1 X46 F2 ;Move X+ par 42mm  
G1 Y46 F2 ;Déplacer Y+ de 42mm  
G1 X4 F2 ;Déplacer X- de 42mm  
G1 Y4 F2 ;Déplacer Y- de 42mm  
G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X0 Y0 F10 ;Déplacement en absolu 0, 0  
déplacement rapide G0 Z0 F10 ;Déplacementen absolu  
0,0,0 déplacement rapide

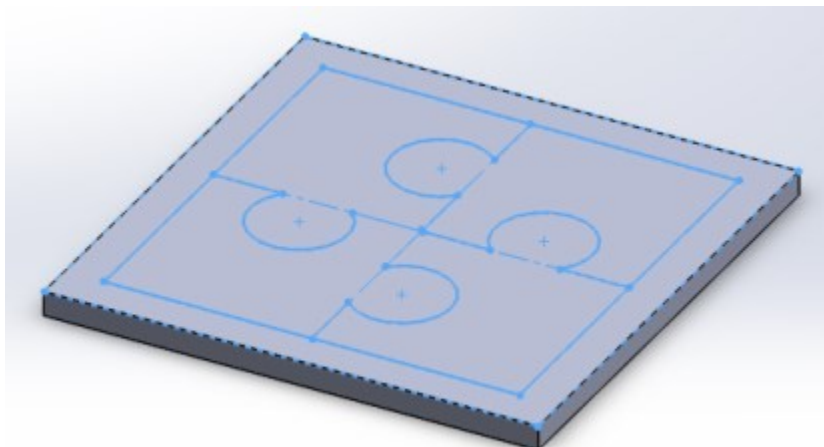
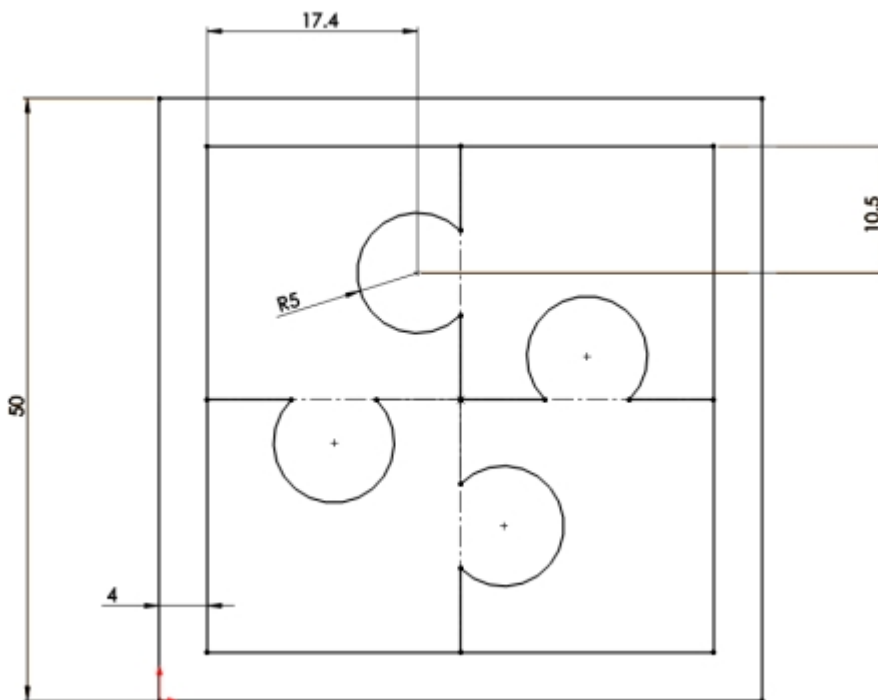
# Fiche de travail 6

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse à emboîtement 2

### Fraiseuse à 3 axes Tâche 3

Cette tâche consiste à produire un puzzle à emboîtement complexe à l'aide de la fraiseuse à 3 axes MicroCNC. Vous devez utiliser le dessin 2D et le modèle 3D suivants pour :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique de marquer le matériau de base et d'actionner manuellement les axes X et Y, à la fois indépendamment et simultanément ; vous contrôlerez également la profondeur de l'outil de coupe en actionnant manuellement l'axe Z.
2. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre logiciel de CAO. Système CAM.



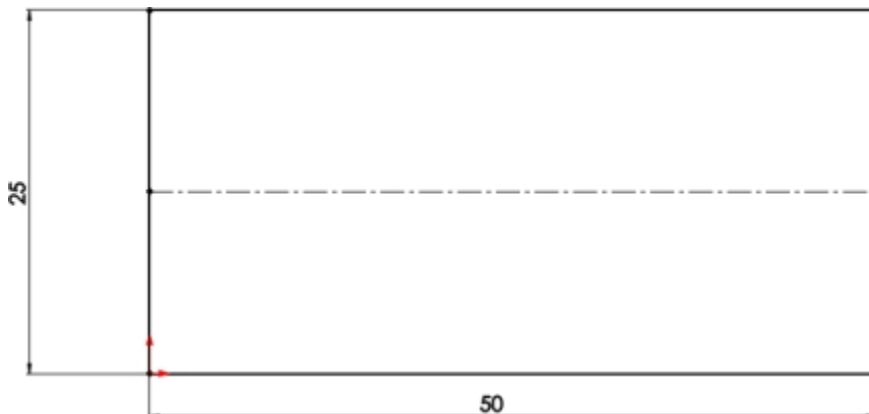
# Fiche de travail 6

## Fraisage 3 axes - Scie sauteuse à emboîtement 2

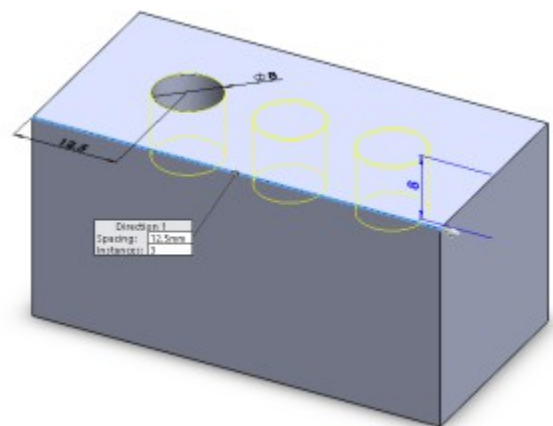
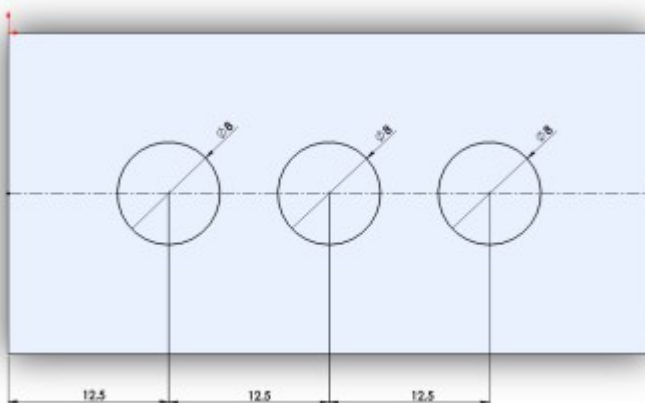
### Fraiseuse à 4 axes Tâche 1

Cette tâche consiste à produire un petit porte-stylo à l'aide de la fraiseuse à 4 axes MicroCNC. Pour cette tâche, vous usinez deux faces d'un bloc de 50 x 25 x 25 mm. Vous devez utiliser les dessins 2D et le modèle 3D suivants pour :

1. Produire la pièce manuellement - cela implique de marquer le matériau de base et d'actionner manuellement les axes X et Y, à la fois indépendamment et simultanément ; vous contrôlerez également la profondeur de l'outil de coupe en actionnant manuellement l'axe Z.
2. Écrire manuellement le code G dans votre logiciel de FAO.
3. Recréez le dessin et le modèle à l'aide de votre logiciel de CAO et exportez-les vers votre système de FAO.



*Dimensions du bloc*

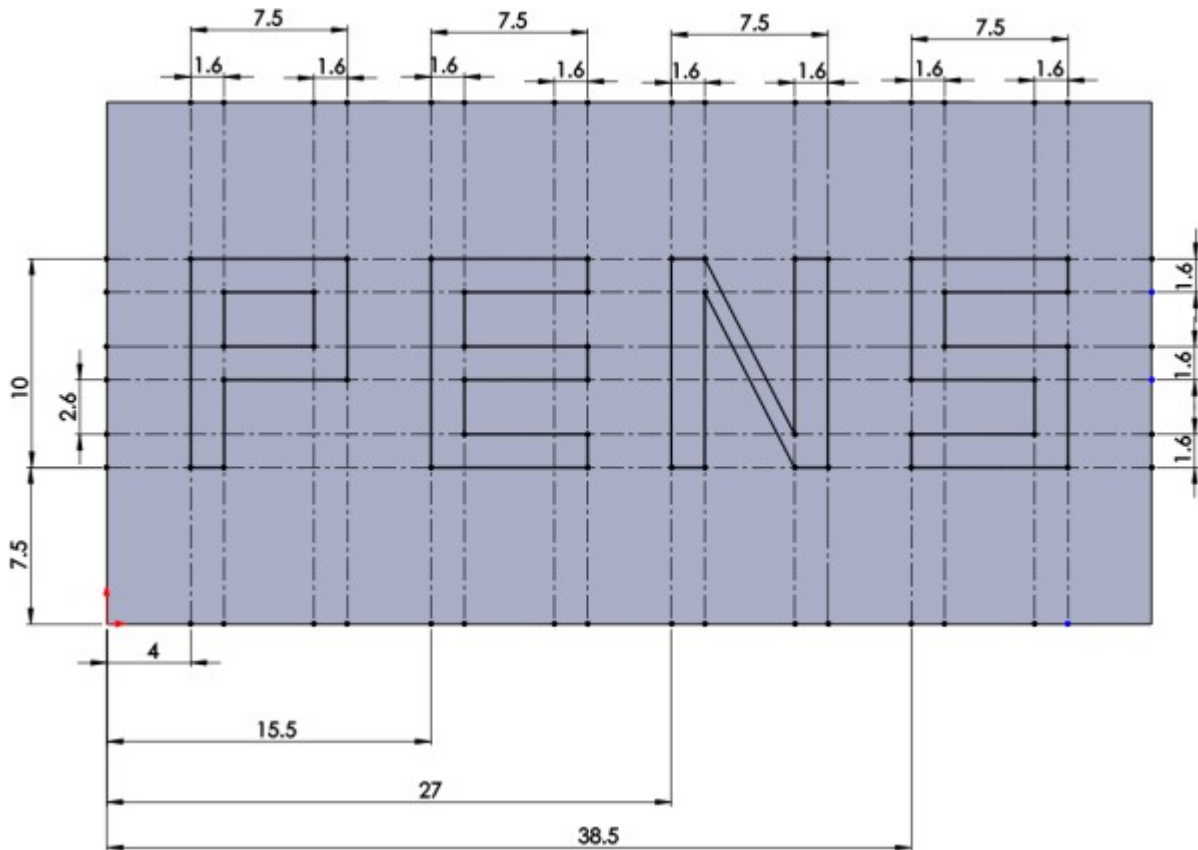


*Dimensions des trous et extrusion*

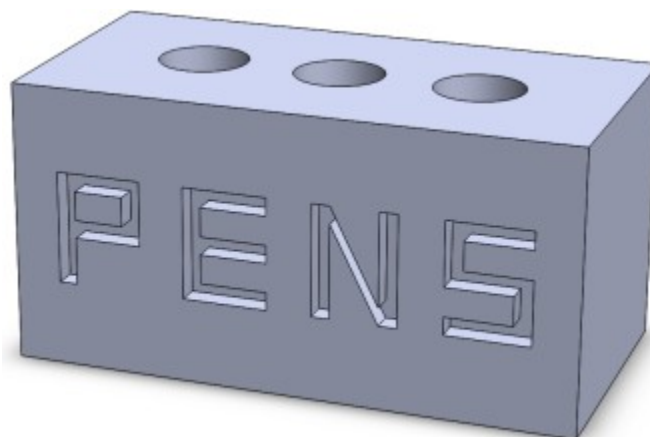


# Fiche de travail 6

Fraisage 3 axes - Scie sauteuse à emboîtement 2



*Dimensions du lettrage*



*Extrusion de lettres*

# Fiche de travail 7

## Fraisage 4 axes - Porte-stylo

Feuille de travail 7 - 4 axes - Code G écrit manuellement

;En supposant que l'origine de départ est 0,0,0 dans le coin inférieur gauche de la pièce, Z doit être positionné de manière à ce que la mèche de la fraise soit aussi proche que possible du haut de la pièce, mais sans la toucher.

Assurer la disponibilité d'une fraise de 10 mm

;Coordonnées absolues

G21 ;mm Unités  
G90 ;Coordonnées absolues  
G0 Z1 F10 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide  
G0 X4 Y7.5 F10 ;Déplacement vers l'absolu 4, 7.5 mouvement rapide

G1 Z-2 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 2mm dans le  
matériau - Pcouper G1 Y17.5 F2 ;Déplacer Y+ de 10mm  
G1 X11.5 F2 ;Déplacer X+ de 7.5mm  
G1 Y12.5 F2 ;Déplacer Y- de 5mm  
G1 X4 F2 ;Déplacer X- de 7.5mm  
G0 Z1 F2 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvementrapide

G0 X23 Y7.5 F10 mouvement ;Déplacer vers l'absolu 23, rapide de 7.5

G1 Z-2 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 2mm dans le matériau -  
Ecouper G1 X15.5 F2 ;Déplacer X- de 7.5mm  
G1 Y12.5 F2 ;Déplacer Y+ de 5mm  
G1 X23 F2 ;Déplacer X+ de 7.5mm  
G1 X15.5 F2 ;Déplacer X- de 7.5mm  
G1 Y17.5 F2 ;Déplacer Y+ de 5mm  
G1 X23 F2 ;Déplacer X+ de 7.5mm  
G0 Z1 F2 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvementrapide

G0 X27 Y7.5 F10 mouvement ;Déplacer vers l'absolu 27, rapide de 7.5

G1 Z-2 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 2mm dans le  
matériau - Ncouper G1 Y17.5 F2 ;Déplacer Y+ de 10mm  
X34.5 Y7.5 F2 ;DéX+ de 7.5mm Y- de10mm G1  
Y17.5 F2 ;Déplacer Y+ de 10mm  
G0 Z1 F2 ;Déplaceraxe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvementrapide

G0 X38.5 Y7.5 F10;Déplacer vers un mouvement rapide absolu de 38.5, 7.5matériau -

G1 Z-2 F2 ;Déaxe Z vers le bas de 2mm dans le  
Scouper G1 X46 F2 ;Déplacer X+ de 7.5mm  
G1 Y12.5 F2 ;Déplacer Y+ de 5mm  
G1 X38.5 F2 ;Déplacer X- de 7.5mm  
G1 Y17.5 F2 ;Déplacer Y+ de 5mm  
G1 X46 F2 ;Déplacer le X+ de 7,5 mm  
G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X55 Y0 F10 ;Déplaceroutil de coupe hors du chemin de  
la rotation G0 A90 F10 ;Déplacer l'axe A de 90 degrés  
mouvement rapide G0 X6 Y8.5 F10 ;Déplacer vers l'absolu  
6, 8.5 mouvement rapide

# Fiche de travail 7

## Fraisage 4 axes - Porte-stylo

G1 Z-5 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 5mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X7 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X8 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X9 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X10 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X11 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X12 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X13 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X14 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X6 Y8.5 F10 ;Déplacement vers les valeurs absolues 6, 8.5  
G1 Z-10 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 10mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X7 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X8 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X9 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X10 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X11 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X12 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G1 X13 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm  
G1 X14 F2 ;Déplacer X+ de 1mm  
G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm  
G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

# Fiche de travail 7

## Fraisage 4 axes - Porte-stylo

G0 X21 Y8.5 F10 ;Déplacement en valeur absolue 21, déplacement rapide 8.5

G1 Z-5 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 5mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X22 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X23 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X24 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X25 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X26 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X27 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X28 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X29 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X21 Y8.5 F10 ;Déplacement vers les valeurs absolues 6, 8.5

G1 Z-10 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 10mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X22 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X23 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X24 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X25 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X26 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X27 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X28 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X29 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

# Fiche de travail 7

## Fraisage 4 axes - Porte-stylo

G0 X36 Y8.5 F10 ;Déplacement en valeur absolue 36, déplacement rapide 8.5

G1 Z-5 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 5mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X37 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X38 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X39 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X40 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X41 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X42 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X43 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X44 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X36 Y8.5 F10 ;Déplacer en absolu 6, 8.5

G1 Z-10 F2 ;Déplaceraxe Z vers le bas de 10mm dans le  
matériau - TrouG1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X37 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X38 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X39 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X40 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X41 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X42 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G1 X43 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y8.5 F2 ;Déplacer Y- de 8mm

G1 X44 F2 ;Déplacer X+ de 1mm

G1 Y16.5 F2 ;Déplacer Y+ de 8mm

G0 Z1 F2 ;Déplacer l'axe Z jusqu'à 1mm pour effectuer un mouvement rapide

G0 X0 Y0 F10 ;Déplacement en absolu 0, 0  
déplacement rapide G0 Z0 F10 ;Déplacement en absolu  
0,0,0 déplacement rapide



# À propos de ce document

## Déclaration de contrôle des versions

### A propos de ce document :

Code : CP7449

Développé pour toute la gamme de produits Micro CNC

<http://www.matrixtsl.com/microcnc/>

Date	Notes de mise à jour	Version de lancement
Août 2017	Première version publiée	CP7449-01
Novembre 2017	Ajout de nouvelles pages	CP7449-02
23 08 2023	Reformaté au nouveau style	