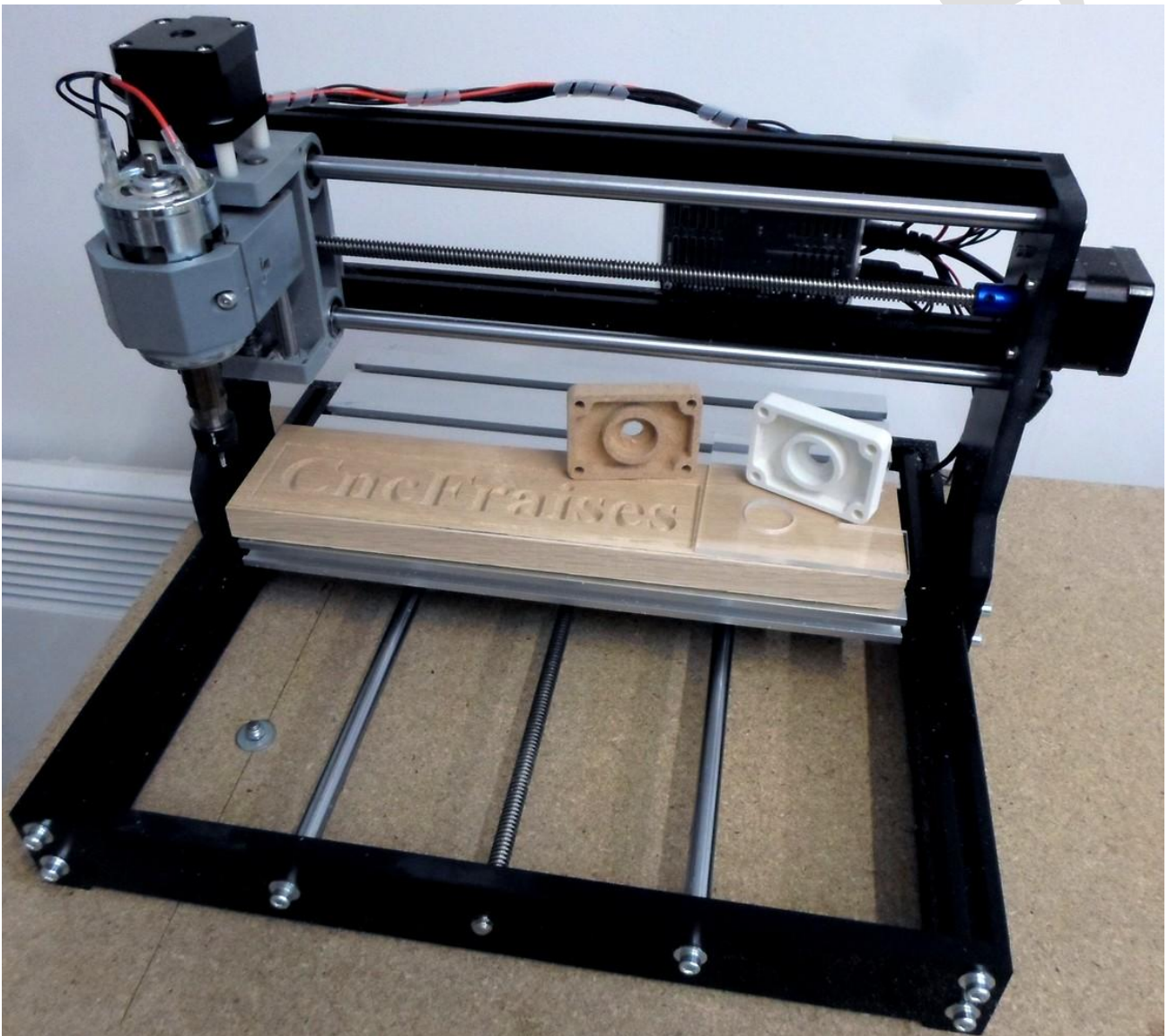


Réussir vos fraisages avec la CNC 3018 Pro !

CncFraises vous accompagne.



Un grand merci à : Nathalie, Thierry, José et François.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
1.1. LA MACHINE COMMANDEE	4
1.1.1. Objectifs	4
2. MONTAGE	4
2.1. ASSEMBLAGE MECANIQUE	4
2.2. ENTORSE AU REGLEMENT INITIAL	5
2.2.1. Home switch	5
2.2.1.1 Préparation	5
2.2.1.2 Câblage des "home switch"	6
2.2.1.3 Installation	6
2.2.1.4 Câblage	8
2.2.1.5 Configuration GRBL pour le Homing Cycle	8
2.2.1.6 Tests et vérifications	9
3. MISE EN ROUTE	10
3.1. ELECTRONIQUE « TOUT EN UN »	10
3.1.1. Logiciel de pilotage	10
3.1.2. Configuration GRBL	11
4. LA CNC 3018 ET LE FRAISAGE	12
4.1. LOGICIELS CAD/CAM	12
4.1.1. Chaîne logicielle	12
4.1.2. Fusion 360	12
4.1.3. Le choix des fraises	13
4.1.4. Les pièces étalons	14
4.2. UN EXEMPLE COMPLET	15
4.2.1. Fraisage du ForexLite	15
4.2.2. Le "Setup" Fusion 360	16
4.2.3. Définition d'un brut	16
4.2.4. Axes et origine	17
4.2.5. Création d'une fraise dans Fusion 360	18
4.2.5.1 Définition de la fraise (cutter)	19
4.2.5.2 Vitesses de rotation et avances ("Feed& Speed")	19
4.2.6. Les parcours d'outils	20
4.2.6.1 Alésages	20
4.2.6.2 Poches	21
4.2.6.3 Détourages	21
4.2.7. Génération du G-code	23
4.2.8. Le « Postprocesseur » c'est quoi encore ce truc ?	23
4.2.9. Génération G-code Fusion 360	23
4.2.9.1 Génération	25
4.2.10. Montage de la fraise	25
4.2.11. Position de la fraise dans la pince	27
4.2.12. Fixation de la matière	27
4.2.12.1 Le martyr	28
4.2.13. OM/OP	28
4.2.14. C'est parti !	29
4.2.15. Résultats obtenus	29
4.2.16. Métrologie	30
4.2.16.1 Les dimensions de la pièce ne sont pas bonnes, pourquoi ?	30
4.3. LE MDF/VALCROMAT	31
4.4. LE CONTRE-PLAQUE	32
4.5. LE PMMA	33
4.6. POUR RESUMER	35
5. CONCLUSION	36
6. ANNEXES	37
6.1. LOGICIELS UTILISES	37
6.2. RESSOURCES CNC3018	37
6.3. CONFIGURATION GRBL CNC3018 CNCFRAISES	37

1. Introduction

La mission de CncFraises est de vous proposer une gamme de fraises adaptée à vos différents besoins pour vos chantiers de fraisage, que vous soyez amateur ou professionnel, je fais mon maximum au quotidien pour répondre au mieux à vos nombreuses questions et trouver des solutions.

Sur le volume de messages reçus, une part, non négligeable, n'est pas liée aux fraises mais bien à l'ensemble de l'écosystème du fraisage comme des questions sur un logiciel de fraisage particulier, une technique de fraisage ou de bridage, le choix d'une fraiseuse pour tel ou tel usage, etc.

Ces derniers mois, un mot revient sans cesse dans les messages que je reçois, c'est "CNC 3018".

La "CNC 3018" est une machine de petite dimension dont la présentation commerciale fait penser qu'il est possible de graver et fraiser une multitude de matériaux, le tout vendu à un prix "imbattable" puisque l'on parle d'une machine livrée, certes en kit, mais complète à moins de 200 €.

Comme "tout le monde", je connais cette petite machine, il est difficile de la "louper" tellement elle est présentée sur de nombreuses chaînes Youtube et vendues viaEbay, Amazon et autres « Marketplace ».

Le prix est aussi dérisoire que surprenant, je ne me suis pas personnellement intéressé à cette machine ; globalement, les choix techniques retenus font que j'ai une "idée" personnelle des "possibilités" réelles de cette machine.

Face à vos nombreux messages à son sujet et aux questions récurrentes comme "quelle fraise choisir pour...", "quel outil pour graver le...", pour ne donner que 2 exemples, j'ai décidé d'agir et ainsi pouvoir répondre à vos questions "machine en main".

Avant toute chose, le contenu de ce document n'engage que son auteur.
Il ne s'agit pas d'un engagement contractuel ou commercial.

Cette "documentation" est destinée aux "débutants", et à ceux qui auront l'envie de la lire tout simplement.

J'ai « simplifié » volontairement beaucoup de choses (vocabulaire, explications, méthodologies, ...).

Je serais le plus impartial possible, tous les éléments donnés auront été validés "in-situ" avec la machine que j'ai achetée, montée et mise en œuvre.

Je n'ai aucun accord commercial avec quelconque revendeur de cette machine ou de ses « clones ».

Même si j'essaie toujours d'aider, ce n'est pas la mission de CncFraises aujourd'hui de réaliser la maintenance, le dépannage, de gérer des problèmes de configuration logicielle, matérielle, de former à distance sur tous les logiciels de fraisage et autres demandes (quelques fois farfelues...), faut-il le préciser, merci de votre compréhension.

C'est avec bienveillance que j'écris ces quelques pages.

C'est parti !

1.1. La machine commandée

La machine commandée est vendue sous la dénomination "CNC 3018".

Au moment de l'achat, quelques jours avant le confinement, le prix proposé par un des nombreux revendeurs était de 179 €, livraison par DHL, la machine était expédiée d'Allemagne.

L'offre pour un même produit étant pléthorique, les photos illustrant les fiches produits très diverses et variées (un classique sur les sites à la Amazon, Ebay et autres), on ne sait pas trop ce que l'on va recevoir exactement.

La seule "différence" que je pouvais vraiment détecter dans la description du produit était la version de la carte de pilotage, j'ai conclu que la plus récente était la "WOODPECKER CNC CAMXTOOL V3.4".

1.1.1. Objectifs

L'objectif principal est de réaliser un abaque validé et corrigé pour la CNC 3018 100% d'origine.

Note de l'auteur : l'objectif principal "était" de réaliser un abaque validé et corrigé pour quelques matières et fraises, mais finalement, "emporté" par les diverses questions que je continue à recevoir quotidiennement sur cette machine, les « SOS » ainsi que les choses que j'ai vues ou "subies" au cours de la découverte de cette mini machine, je me rends compte que l'objectif initial a bien évolué, j'ai écrit bien plus que prévu...

Lors de l'assemblage de la machine, je n'ai entrepris aucune modification, pas d'optimisation mécanique avec des pièces fraisées ou imprimées en 3D, j'ai monté le moteur de "broche" d'origine, utilisé un outillage standard, pas de recours à de la métrologie (comparateurs, pied magnétique, marbre ou autres).

2. Montage

2.1. Assemblage mécanique

J'ai suivi scrupuleusement la notice fournie, les schémas sont très clairs et le faible nombre de pièces qui composent la machine et la standardisation de la visserie (beaucoup de M5) simplifie son montage.

Je ne ferais pas de long commentaire sur le déballage (unboxing) de la machine et son montage, vous trouverez des dizaines et des dizaines de vidéos sur Youtube pour cela.

J'ai monté le châssis de la machine sur l'envers sur une surface bien plane pour m'assurer que les 2 profilés alu et les flasques avant et arrière de la machine seraient parfaitement alignés. Une fois le châssis vissé et remis sur ses pieds, la machine ne doit pas "boiter".

Au montage, j'ai huilé les douilles LM10UU (le guidage X et Y sont constitués de barres "stub" de 10 mm).

Le système de rattrapage des jeux des vis trapézoïdales doit être réglé pour qu'il y ait une pression sur la vis "flottante", pas assez de pression sur le ressort, le rattrapage ne sera pas bien assuré, trop de pression, le système sera "dur".

Essayez d'avoir l'écrou flottant à la moitié de la course de son logement.

Le montage n'est pas une course de vitesse, l'assemblage complet de la machine (hors câblage électrique propre) m'a pris 2h30.

Tous les assemblages vissés sont "assurés" avec du frein filet faible (type Loctite 222).

Vérifiez les pièces pré-montées ; dans mon kit, le coupleur du moteur de l'axe Z et la vis trapézoïdale n'étaient pas correctement emboîtés / vissés, par exemple.

2.2. Entorse au réglage initial

Une machine CNC, c'est sympa, mais devoir sans arrêt déplacer les axes sans "origine", c'est juste invivable.

J'ai donc réalisé une modification sur la machine : j'ai ajouté des "home switch".

Les "home switch" permettent à la machine de retrouver, lors de son initialisation ou à la demande, une position "fixe et connue".

Cette position est couramment nommée "Origine Machine", "OM" pour les pros que vous allez devenir.

C'est ensuite à partir de cette position que l'on déplacera, si nécessaire, les axes de la machine au-dessus de la pièce à fraiser.

Lorsque l'on déplace les axes pour se positionner au-dessus de la pièce à fraiser, cette deuxième position est nommée "Origine Pièce", "OP".

Côté "électronique", tout est prévu sur la carte livrée. Il "suffit" d'utiliser 3 interrupteurs type "interrupteur à lamelle" judicieusement placés sur la machine et de les raccorder à la carte électronique.

Si cela vous intéresse, je décris tout cela dans le paragraphe suivant, sinon, vous pouvez directement passer au paragraphe "Mise en route".

2.2.1. Home switch

2.2.1.1 Préparation

Comme déjà énoncé, j'ai assemblé la machine durant le "confinement Covid" (peut-être un souvenir du passé lorsque vous lirez ces pages, je l'espère de tout cœur...).

Je me suis donc mis en situation "débrouille" : pas d'usinage, pas d'impression 3D, tout doit venir des " tiroirs " et/ou de la "récup".

Je pars du principe aussi que vous n'êtes peut-être pas équipé d'autres "machines" comme une imprimante 3D, une découpe laser, ...

Chance : je trouve des "micro switch" (mais pas les modèles traditionnels avec une languette, une version sans lamelle) récupérés "sais plus trop où".



2.2.1.2 Câblage des "home switch"

Je câble toujours mes "home switch" en « NC » c'est-à-dire « normalement fermés » (NormallyClosed).

Si on utilise la position "normalement ouvert" sur une fraiseuse CNC, des parasites peuvent perturber les entrées de la carte de pilotage et générer des comportements très étranges (ne me demandez pas comment j'en suis arrivé à cette conclusion... je m'y suis cassé les dents il y a des années déjà).

Donc, chaque interrupteur est "fermé" au repos (NC : NormallyClosed), il s'ouvre lorsque l'on appuie dessus.

J'ai, par conséquent, soudé 2 fils sur chaque interrupteur, un fil au "commun" (COM) et un fil sur la patte "NC".

Pour le fil, j'ai fait avec ce que j'ai trouvé, ne pas couper de suite... laissez du "mou" ;-)

Côté prise, là encore, j'ai "découpé" un connecteur femelle pour en extraire 3 "prises" compatibles avec la rangée de connecteurs mâles de la carte.

2.2.1.3 Installation

Il faut maintenant positionner les 3 interrupteurs, chaque axe devra donc pouvoir venir "toucher" son interrupteur, cela sera la position "origine" (ou "home" en anglais).

Là encore pas de patte ou pièce sur mesure avec l'imprimante 3D ou autre, j'ai fait volontairement au plus simple.

Pour X et Y, mes interrupteurs se glissent dans les rainures des profilés alu, super !

Pour le Z, j'ai trouvé 2 petites vis, j'ai percé et vissé l'interrupteur tout simplement (j'aurais pu le coller à la cyanoacrylate aussi...).

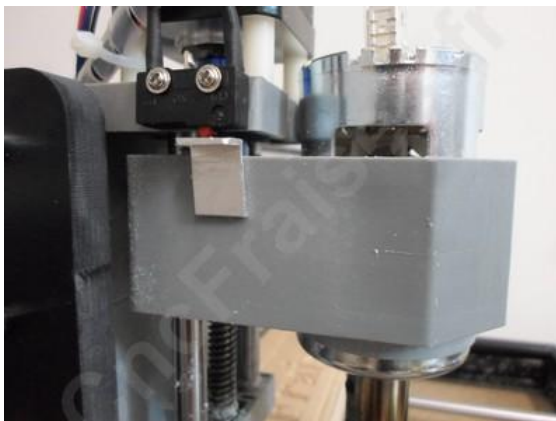
Les interrupteurs sont "positionnés" mais il faut que chaque axe puisse "pousser" sur chaque interrupteur.

Toujours en mode « simple », j'ai trouvé un bout de cornière alu ; après découpe, j'ai tout simplement collé à la colle cyanoacrylate ("superglue") les morceaux de cornière sur les axes.

J'ai positionné chaque axe à leur origine et "figé" les interrupteurs avec de la colle chaude.

Tout est donc réversible, rien n'a été "bidouillé".

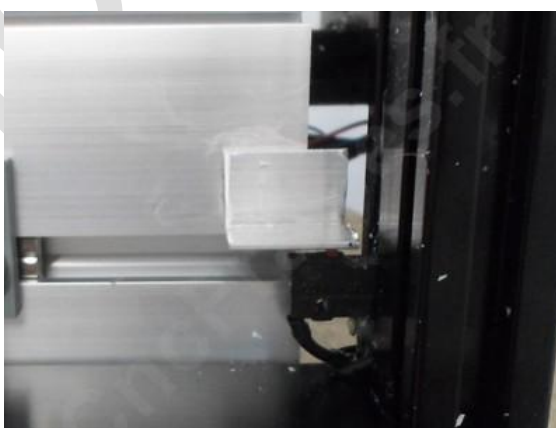
2.2.1.3.1 Installation sur "Z"



2.2.1.3.2 Installation sur "X"



2.2.1.3.3 Installation sur "Y"



2.2.1.4 Câblage

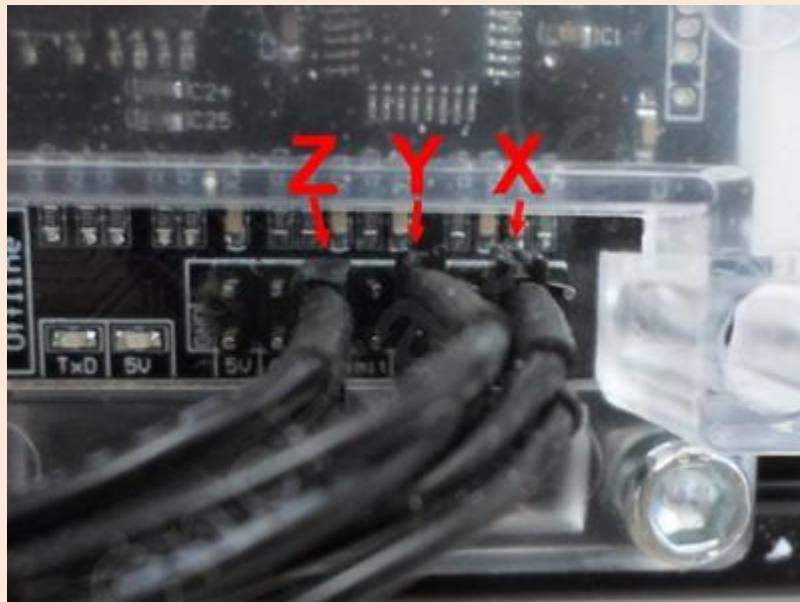
Pour X et Y, les câbles seront judicieusement "cachés" dans les rainures des profilés alu, toujours quelques points de colle chaude pour immobiliser le tout.

Pour le Z, les fils seront installés dans le même "toron" que les fils du moteur pas à pas et l'alimentation du moteur de "broche".

Les fils ne doivent pas être coupés ou arrachés lors du déplacement des axes !

Attention : si votre machine est équipée de la carte «"WOODPECKER CNC CAMXTOOL V3.4", il y a une erreur de sérigraphie : le home switch de l'axe « Z » doit être branché sur la position « X » et le home switch de l'axe « X » doit être branché sur la position « Z ».

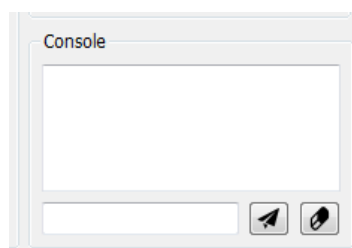
Cela vous évitera de vous arracher les cheveux, je pense.



2.2.1.5 Configuration GRBL pour le Homing Cycle

Pour indiquer à Grbl que vous souhaitez utiliser les "home switch", il faut modifier la configuration du micro logiciel (firmware).

Le plus simple est d'utiliser le logiciel de pilotage prévu : Candle, il est ainsi possible d'envoyer des ordres à Grbl :



Sans paraphraser la documentation Grbl qui est extrêmement fournie, ni les nombreux sites qui "parlent" de Grbl, voici les commandes que j'ai envoyées à Grbl et une rapide description.

Rappel : point d'entrée officiel de Grbl : <https://github.com/Grbl/Grbl>

Commande Grbl	Valeur utilisée	Description	Notes
\$20	0	Enable (1) / Disable (0) Soft Limits	Stoppe immédiatement la machine si les courses logicielles sont atteintes (voir \$130, \$131 et \$132 si nécessaire). Pas utile dans le cas d'une machine légère comme la CNC 3018.
\$21	0	Enable (1) / Disable (0) Hard Limits	Stoppe immédiatement la machine si l'un des interrupteurs de "fin de course" est touché. Pas utile dans le cas d'une machine légère comme la CNC 3018, je n'ai pas installé d'interrupteur de fin de course.
\$22	1	Enable (1) / Disable (0) Homing Cycle	Active le cycle de "Homing". Attention, la machine ne démarrera pas un programme G-code tant que qu'un cycle de Homing ne sera pas réalisé !
\$23	3	Gestion de la direction des axes pour la "recherche" des "Home Switch".	Dans <u>ma configuration</u> , pour que les axes se déplacent dans le bon sens pour aller fermer les 3 "Home Switch", la valeur est 3 qui correspond à "Reverse X : Non, Reverse Y : Oui, Reverse Z Non. (même tableau à utiliser que pour le paramètre \$2 par exemple, voir la doc Grbl).

2.2.1.6 Tests et vérifications

Maintenant que la configuration du "Homing Cycle" est réalisée, il faut impérativement lancer un cycle avant de pouvoir exécuter un fichier G-code.

Si le paramètre "\$23" est bien configuré, les axes devraient se déplacer dans le bon sens pour rechercher les 3 interrupteurs. Grbl commence par l'axe Z seul, puis X et Y en simultané.

La commande, pour exécuter un "Homing Cycle", est "\$H" ou on appuie simplement sur le bouton "Home" dans Candle.



Attention : certains logiciels de génération de parcours d'outil (le logiciel qui va générer le fichier G-code) peuvent ajouter au début et/ou à la fin du fichier la commande : "G28".

La commande "G28" demande à la machine de retourner à la position « machine » X0, Y0 et Z0, mais pour le moment, cette position n'est pas définie dans Grbl ! Et là c'est la "surprise", la machine

part je ne sais où au début ou à la fin de l'usinage... Panique !

Mon conseil : après avoir réalisé un "Homing Cycle" (correct), je vous conseille d'enregistrer dans la "mémoire" de Grbl cette position comme nouvelle position "G28".

La commande à envoyer à Grbl est "G28.1"

Plus de (mauvaise) surprise normalement ;-)

3. Mise en route

La machine est branchée à son alimentation (24V) ainsi qu'au PC (USB).

Je pars du principe que le pont USB/SERIE sera bien détecté sur votre PC, vous devriez alors avoir un nouveau "port COM" correspondant à la liaison avec la machine (si ce n'est pas le cas, consulter la documentation, page "Driver install").

3.1. Electronique « Tout en un »

La carte électronique fournie avec la machine est de type "tout en 1". J'entends par "tout en 1" la partie "commande", c.à.d. l'interpolateur et la partie "puissance" composée des pilotes (drivers) des moteurs pas à pas ainsi que la circuiterie de gestion de toutes les tensions nécessaires aux différents composants, sont réunies sur la même carte électronique.

L'interpolateur est basé sur le micro logiciel (firmware) Grbl très connu et très utilisé aujourd'hui.

Un interpolateur (pour simplifier au maximum) est un système qui, d'un côté, écoute et digère les ordres reçus (le G-code) et, de l'autre, génère les signaux de commandes nécessaires aux mouvements des moteurs pas à pas à travers les "drivers".

Le but d'un interpolateur est d'assurer une génération de signaux de commandes des moteurs les plus "fluides" possibles, ce qu'il est difficile à obtenir lorsque c'est par exemple un PC qui génère directement ces signaux.

A signaler que Grbl est "open source", le code est donc ouvert et libre ; pour les plus curieux, vous pouvez ainsi comprendre "comment ça marche".

Le Grbl "flashée" dans le µC Atmega328p qui équipe la carte correspond à la version : 1.1f.

Pour la partie "puissance", les drivers sont certainement des drivers "classiques" pour cette catégorie de moteur (nema 17) type 4988 par exemple (je n'ai pas démonté les dissipateurs pour connaître le type de drivers).

Vu la dimension de la machine, son mode d'entraînement, le dimensionnement des moteurs et la puissance des drivers sont parfaitement adaptés.

3.1.1. Logiciel de pilotage

GRBL "attend" des commandes "G-code" ou des commandes de configuration via la liaison USB/série qui a été créée lorsque vous avez branché la carte à votre PC.

On peut très bien envoyer des commandes à GRBL avec un simple terminal, c'est parfait pour configurer GRBL mais pas très pratique pour gérer une fraiseuse au quotidien comme déplacer des axes, lancer un usinage, ...

De multiples logiciels "compatibles" GRBL sont proposés pour faciliter l'exploitation d'une fraiseuse, comme par exemple (liste non exhaustive) :

- Universal G-code sender (UGS)
- Grbl Controller
- Candle
- bCNC
- etc.

Je ne rentrerais pas dans les éternels débats "TrucCncV1.3 est mieux que MachinCutV10", j'ai sélectionné Candle car c'est son nom qui revient souvent dans les messages que je reçois de votre part tout simplement.

Candle ne nécessite pas d'installation, il suffit de décompresser l'archive dans un répertoire et c'est prêt (pratique !).

3.1.2. Configuration GRBL

La carte est livrée préconfigurée, si vous respectez le câblage des moteurs X, Y et Z, à la première "ouverture" du logiciel de pilotage sur votre PC, vous devriez être en mesure de déplacer les axes (jog) pour vérifier qu'ils se déplacent dans le "bon sens", etc.

Attention : avant de mettre sous tension la machine, déplacez "à la main" les 3 axes pour les positionner à la moitié de leur course ; si un des axes est mal configuré lors des premiers déplacements, vous ne risquez pas de "taper" dans la structure.
Pour ces premiers déplacements, sélectionnez le mode "continu" avec une vitesse faible, vous aurez ainsi le "temps" de voir ce qu'il se passe et d'arrêter tout déplacement intempestif !

La configuration d'origine de ma carte était bonne, les axes se déplacent dans le bon sens et si je demande un déplacement de chaque axe de 10 mm côté logiciel, j'ai bien des déplacements physiques des axes de 10 mm. La vérification de base est donc "Ok".

Attention : la configuration de ma carte n'est pas exactement celle qui est imprimée dans la documentation jointe avec le kit que j'ai reçu. Vous trouverez ma configuration en annexe.

Vous aurez peut-être ajouté des "home switch" ; dans ce cas, vous aurez déjà modifié la configuration de GRBL, vous êtes déjà un pro ;-)

Si vous débutez à 100 %, n'hésitez pas à découvrir « à vide » (sans fraise, sans matière) toutes les fonctions du logiciel Candle et votre CNC 3018.

4. La CNC 3018 et le fraisage

Nous y sommes (enfin...), la machine est prête, cela serait sympa de lancer un fraisage. Oui mais... il reste encore du boulot. Il ne faut pas se décourager.

4.1. Logiciels CAD/CAM

Fraiser c'est bien mais encore faut-il avoir une idée, un besoin, une fraise et de la matière.

Ce n'est pas une imprimante 3D, donc pas de "Thingiverse" pour récupérer un cube "20*20", un "Benchy" ou encore un Yoda (ceux qui ont une imprimante 3D auront compris...).

Pour du fraisage 2.5 D (contournement, poches, ...), il faudra dessiner sa pièce ou partir à minima d'un fichier DXF (contours d'une pièce, logo vectorisé, ...).

4.1.1. Chaîne logicielle

Une chaîne logicielle de fraisage classique peut se résumer ainsi :

1. Un dessin, sauvé de préférence au format DXF, est envoyé au
2. Générateur de parcours d'outils, il génère un fichier G-code » qui est « *Envoyé* » au
3. Logiciel de pilotage de la fraiseuse.

Quelques exemples :

- Autocad (export DXF) -> CAMBAM (générateur de parcours d'outils) -> bCnc
- Inkscape (export DXF) -> fEngrave -> Universal G-code Sender
- Fusion 360 (Design) -> Fusion 360 (Manufacture) -> Candle

Le logiciel de génération de parcours d'outil permet de sélectionner un outil (fraise, pointe javelot, ...), sélectionner par exemple un contour, indiquer les paramètres de fraisage (vitesse rotation de l'outil, vitesse d'avance en matière, hauteur de la passe, nombre de passe, ...) et enfin de générer un fichier compatible avec le logiciel de pilotage de la fraiseuse, le "fameux" fichier G-code.

Un fichier G-code n'est qu'un fichier au format texte (vous pouvez l'ouvrir dans n'importe quel éditeur de texte), qui contient une succession de "commandes" normalisées.

Bonne nouvelle, ce que vous allez "apprendre" du G-code est valable pour une multitude de machines à commandes numériques !

Toujours pour ne pas entrer dans les interminables dialogues (souvent stériles) des différences entre les logiciels de génération de parcours d'outil, les open-source, gratuits mais pas open source, les payants, etc.

J'ai utilisé Fusion 360 pour dessiner mes pièces et générer mes parcours d'outils.

4.1.2. Fusion 360

Fusion 360 n'est ni un logiciel OpenSource, ni un logiciel libre mais vous pouvez l'utiliser en tant que particulier/petite entreprise avec une licence "gratuite" adaptée.

Fusion 360 n'est pas le logiciel le plus simple à prendre en main, mais vous avez l'opportunité de pouvoir travailler avec un logiciel professionnel, encore un "rêve" il y a seulement quelques années pour tous les fraiseurs amateurs, autant en profiter, non ?

Les parcours d'outils, que peut générer Fusion 360, sont les plus modernes et nous verrons que, pour la CNC 3018, ils seront d'une aide précieuse.

Il a tout de même quelques inconvénients, de mon point de vue, le plus gros "risque" c'est qu'Autodesk stoppe du jour au lendemain les licences Hobby et/ou réduise de plus en plus de fonctionnalités (déjà fait ces derniers mois...) et ainsi de pousser vers l'achat (système par abonnement mensuel...).

Fusion 360 est vite addictif, revenir en "arrière" sera difficile ;-)

Attention : cette documentation n'est pas une "formation" au logiciel Fusion 360, j'essayerai de donner quelques détails concernant les parcours d'outils, mais rien ne remplace le temps que vous passerez "derrière la souris" à vous former à ce logiciel.

Cette remarque est généralement valable pour tous les logiciels ;-)

Je ne parlerais pas de la conception de pièces dans Fusion 360, uniquement de la "base" pour le fraisage. Pour le fraisage, dans Fusion 360, tout se passe dans la section "Manufacture".

4.1.3. Le choix des fraises

De par ses dimensions et sa capacité de fraisage, il ne semble pas judicieux (et raisonnable) d'utiliser de "grosses" fraises sur cette machine :-)

La pince ER11 livrée en standard est une pince 3.175 mm (1/8), ce sont donc des outils à queue de 3.175 mm qui seront utilisés en priorité.

La "broche" de la CNC 3018 est un petit moteur, je dirais même un moteur issu de l'industrie du "jouet". Sans connaître ses caractéristiques exactes, sa vitesse de rotation à vide est de seulement 8500 tr/min (environ).

Toujours dans un contexte de simplification, en fraisage, on essaye toujours de sélectionner le diamètre de coupe le plus important par rapport aux travaux à réaliser, l'outil est plus rigide, on peut théoriquement prendre de plus grosses passes, des avances en matière plus importantes, le rendement global est meilleur, mais faut-il encore disposer d'une broche suffisamment puissante...

Plus le diamètre de coupe diminue, plus la longueur utile (c'est la partie qui "coupe" sur la fraise) diminue, c'est mécanique.

Cependant, il existe des outils "atypiques" qui possèdent des longueurs utiles importantes rapportées au diamètre de coupe.

Exemple :

- 1512 -> 1.5 mm de diamètre de coupe, 12 mm de longueur utile (en "standard" la longueur utile est 6 mm)
- 2015 -> 2.0 mm de diamètre de coupe, 20 mm de longueur utile (en "standard" la longueur utile est 8 mm)

Les outils, de petits diamètres de coupe avec une longueur utile importante, semblent toujours les plus "attirants" (et toujours les premiers achetés par les débutants...) mais les efforts de coupe, qu'ils peuvent supporter, sont infiniment moins importants que leurs homologues plus "standard".

C'est un facteur important à garder en tête lorsque l'on sélectionne ses fraises.

Pour tenter de répondre à la question « Quelle fraise pour telle matière », vous trouverez ci-dessus un tableau pour quelques fraises « génériques », après chacun a ses habitudes, astuces, positions et autres...

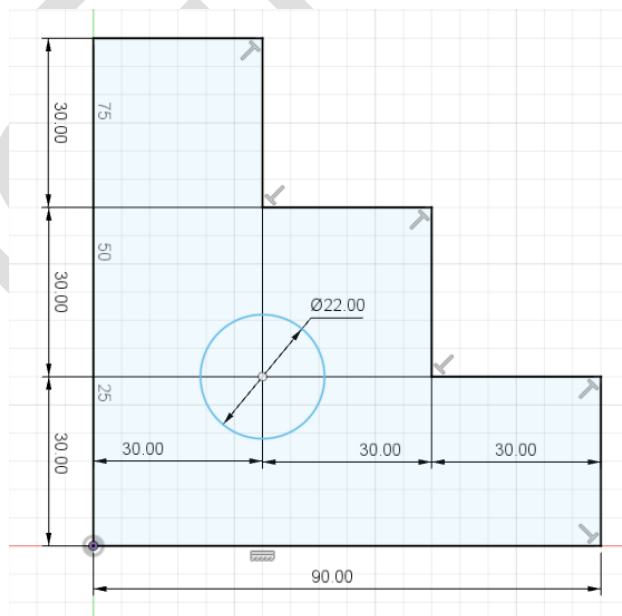
Cette liste ne garantit (bien entendu) pas que la CNC3018 sera capable de fraiser, dans de bonnes conditions, toutes les matières indiquées.

Type de fraise	Matières (non exhaustif)
Fraises « coupe diamant »	<ul style="list-style-type: none"> • Epoxy • Carbone • HPL (Trespa, Polyrey, ...) • Depron • Bois exotique (Ebène, Teck, ...) • Agglomérés nus ou revêtus • Contreplaqué « Eco » • Nacre • Os, ...
Fraises « 1 dent »	<ul style="list-style-type: none"> • Thermoplastiques (PMMA, PC, PVC, ...) • Bois divers • Acétate • Alliages non ferreux (alu, laiton, cuivre, ...)
Fraises « 2 dents droites »	<ul style="list-style-type: none"> • Contreplaqués Bouleau, Filmés, Marine, Aviation, ... • MDF / Valcromat • OSB • Bois massifs

4.1.4. Les pièces étalons

Pour réaliser quelques tests, je vous propose d'utiliser deux pièces différentes :

Une première pièce très simple qui permet de mesurer/vérifier facilement quelques côtes : pour les côtes extérieures tout est modulo 30 mm et la pièce possède un alésage de 22 mm.



Une pièce plus "complexe" qui est composée de multiples alésages et poches, cette pièce permettra de déterminer certaines limites de la machine.

Cette pièce (sous ensemble d'un assemblage plus complexe) est initialement prévue pour recevoir un roulement "680Z", 4 alésages de 4 mm le tout réalisé dans de l'aluminium 2017A de 10 mm d'épaisseur.

Pour toujours simplifier, il n'y aura pas de changement d'outil, la fraise devra permettre de fraiser l'ensemble des parcours d'outils des différents projets.



4.2. Un exemple complet

Pour tenter de répondre à certaines de vos questions, je vais essayer de présenter quelques points clés pour arriver (je l'espère) à la réussite de votre premier fraisage à travers la présentation d'un exemple de « bout en bout ».

4.2.1. Fraisage du ForexLite

Le ForexLite est un PVC expansé, tendre, ses faces sont brillantes.

C'est une matière très utilisée par les enseignants, maquetistes, ...

Vous trouverez (normalement) cette matière en grande surface de bricolage (Gsb non « discount »).

Le ForexLite se fraise, en général, très bien avec une fraise "1 dent", remarque valable pour tous les matériaux type PVC, les thermoplastiques (PMMA, Polycarbonate, ...).

La fraise 1 dent a la capacité de bien évacuer les copeaux (importants dans les matières citées), par contre, du fait de sa conception (beaucoup de matière est supprimée pour créer l'unique dent), sa rigidité globale est moins bonne qu'une fraise 2 ou 3 dents.

L'épaisseur de la plaque de ForexLite est de 10mm.

La fraise choisie pour ce chantier sera une fraise 1 dent, d'un diamètre de coupe de 2.5 mm et d'une longueur utile (déjà très) respectable pour une fraise 1 dent de 13 mm (référence FC1D250).

Vu les caractéristiques du moteur de broche, il n'est pas nécessaire de tergiverser, on utilisera le moteur à sa vitesse "maximale", c'est aussi certainement dans cette configuration qu'il délivre son "couple" maximal.

4.2.2. Le "Setup" Fusion 360

Lorsque vous aurez terminé le dessin de votre pièce, pour créer les différents parcours d'outils et enfin demander à Fusion 360 de générer le fichier G-code, c'est dans la section « Manufacture » que toute la magie opère.

La pièce se présente à vous, la première étape importante est de définir le brut, les axes et le point d'origine.

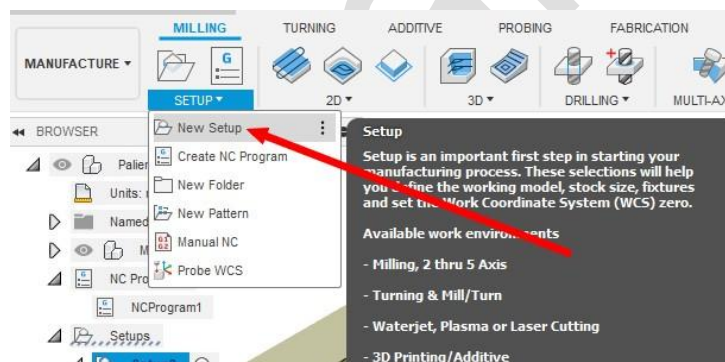
4.2.3. Définition d'un brut

Le brut est le nom donné à la matière où sera fraisée votre pièce.
Le brut peut être de dimension égale ou plus importante que la pièce à fraiser.

Dans Fusion 360, le "brut" est nommé "Stock".

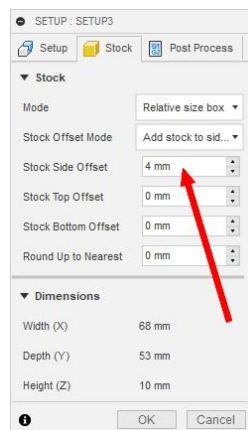
Vu que nous allons travailler sur de la matière se présentant sous la forme de « plaque », fixée sur la table de fraisage (pas de fraisage sur étau), pour ces projets simples et, pour aller à l'essentiel, j'ai l'habitude de définir mon brut avec uniquement un léger "offset" autour de la pièce finale.

Définir le brut dans Fusion 360 correspond à la création d'un Setup.



La pièce apparaît par transparence dans le brut.

Dans l'onglet "Stock", j'ajoute un léger "offset" autour de la pièce.



4.2.4. Axes et origine

Il faut indiquer à Fusion 360 où se trouvent les 3 axes de votre machine sur ce « brut » et où se trouve le point d'origine.

C'est important pour que vous retrouviez, dans votre logiciel de pilotage de fraiseuse, la pièce dans le même repère orthonormé correspondant à votre fraiseuse.

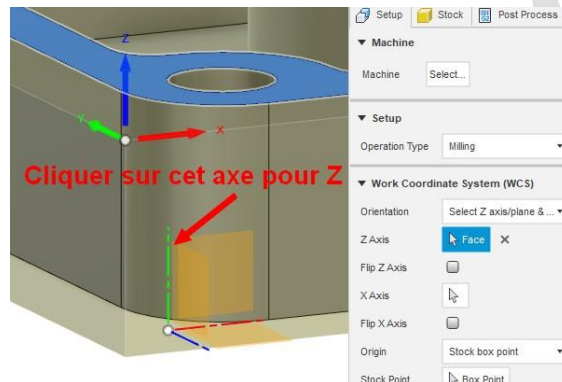
Au début, cela peut paraître un peu déroutant pour positionner correctement les axes et le point d'origine, je vous conseille d'utiliser cette méthode en 3 étapes pour définir les axes et l'origine :

Dans l'onglet "Setup" :

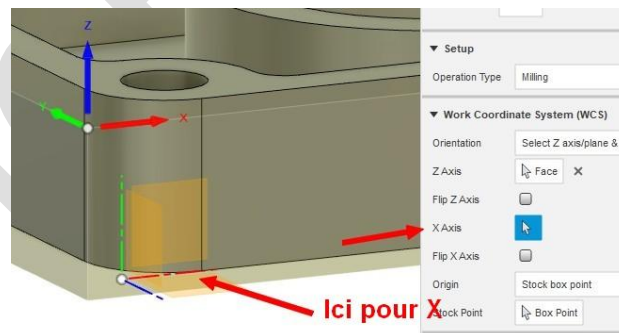
Dans la liste déroulante "WorkCoordinate System (WCS)", choisir "Select Z Axis/plane and X axis".

Le résultat initial ne sera certainement pas en phase avec les axes Z, X et Y de votre CNC 3018.

Etape 1 : définir ce qui correspond à l'axe "Z" (sur votre CNC 3018) :



Etape 2 : Définir ce qui correspond à l'axe X (sur votre CNC 3018) :



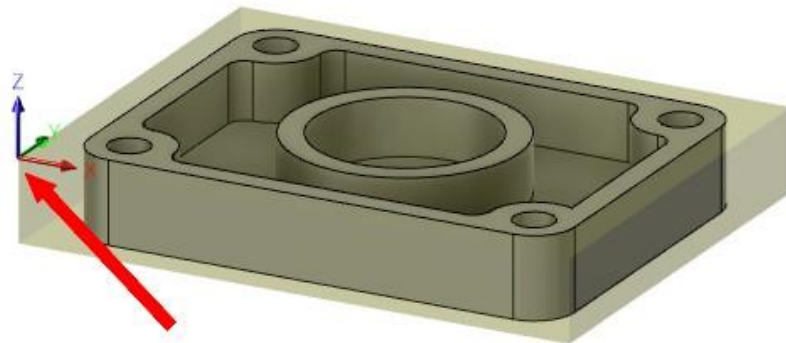
L'axe pour Y sera "automatiquement" bon.

Etape 3 : définit le point de référence initial, c'est à dire l'OP (Origine Pièce), en général là où se trouvera la fraise en position "0".

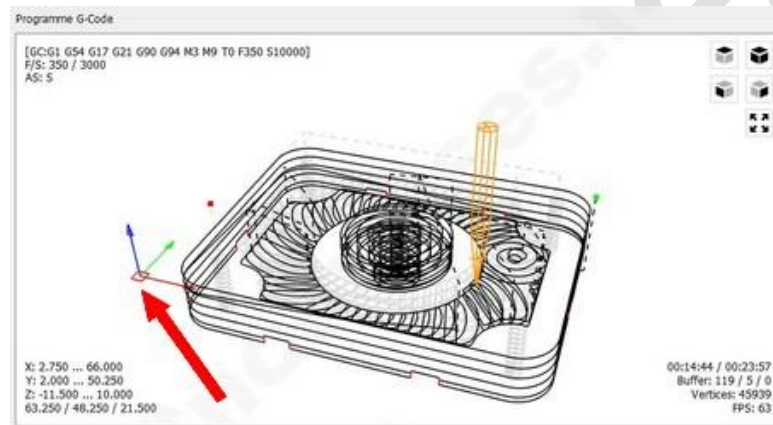
Lorsque l'on débute, il est naturellement plus simple de positionner l'OP au "dessus" de la pièce à fraiser, mais la référence peut se trouver ailleurs, on applique dans ce cas des décalages (offset), mais faisons/restons "simple".

Résultat final : les axes X, Y et Z sont bien attribués, le point d'origine (OP) est lui aussi parfaitement positionné.

Vue Fusion 360 :



Vue Candle :



4.2.5. Création d'une fraise dans Fusion 360

La création d'une fraise dans Fusion 360 est simple et intuitive ; bien entendu, vous allez faire face à une multitude de paramètres (Fusion 360 est un logiciel professionnel...), mais je vais volontairement "tout" simplifier.

Il est très difficile de donner des bibliothèques "toutes faites" pour une gamme de fraises, en effet, pré configurer des avances pour une fraise peut se révéler bien en-dessous des capacités de la machine cible ou au contraire complètement inatteignables.

La démarche idéale serait que les fabricants de fraiseuses fournissent une bibliothèque parfaitement adaptée et validée aux caractéristiques de leur fraiseuse pour une gamme de fraises et un panel de matières parfaitement identifié.

Pour la création de la fraise 1 dent pour fraiser du ForexLite sur la CNC 3018, les paramètres "feed& speed" auront été déterminés par l'expérience sur la machine CNC 3018.

4.2.5.1 Définition de la fraise (cutter)

Pour une fraise 1 dent référence FC1D250

General | Cutter | Shaft | Holder | Feed & Speed | Post Processor

Type: Flat end mill | Number of Flutes: 1 | Material: Carbide
☒ Clockwise spindle rotation | Through Tool Coolant: No
 Unit: Millimeters

Geometry

Shoulder length: 17 mm
 Flute length: 13 mm
 Diameter: 2.5 mm
 Body length: 22 mm
 Overall length: 38 mm
 Shaft diameter: 3.175 mm

4.2.5.2 Vitesses de rotation et avances ("Feed & Speed")

Toujours dans un souci de simplification, l'avance est configurée à 350 mm/min, c'est une valeur d'avance que j'ai déterminée par l'expérience sur la machine pour une profondeur de passe entre 1.5 et 2 mm dans le ForexLite.

Au-delà de cette valeur avance, je remarque que la machine se "déforme" sous les efforts de couple, il serait possible de réduire la profondeur de passe mais ce n'est pas une très bonne idée. En effet, faire travailler une fraise uniquement sur le "bout" pendant des heures est le moyen idéal pour la "tuer", il faut toujours essayer de faire travailler une fraise sur la plus grande hauteur de coupe possible.

La même valeur d'avance est configurée "partout", je pars du principe que toutes les entrées en matière seront réalisées en "rampe" ou en "pénétration hélicoïdale" et non pas directement sur le plan vertical, vu la faible rigidité de l'axe Z de la CNC 3018, autant limiter l'effort de coupe vertical pour réduire le stress sur le "bout" des fraises !

General | Cutter | Shaft | Holder | Feed & Speed | Post Processor

Speed

Spindle speed: 10000 rpm
 Surface speed: 78.5398 m/min
 Ramp spindle speed: 10000 rpm

Feedsrates

Cutting feedrate: 350 mm/min | Feed per tooth: 0.035 mm
 Lead-in feedrate: 350 mm/min
 Lead-out feedrate: 350 mm/min
 Ramp feedrate: 350 mm/min
 Plunge feedrate: 350 mm/min | Feed per revolution: 0.035 mm

4.2.6. Les parcours d'outils

Ce n'est pas une formation Fusion 360... Cependant, vous trouverez quelques "trucs et astuces" que vous pourrez (bien entendu) optimiser avec vos expériences sur votre CNC 3018...

Les quelques "conseils" que je peux vous donner ici sont (en général) bien adaptés aux machines qui souffrent de divers "maux" comme le manque de rigidité, vibrations, manque de puissance de la broche, etc.

L'idée est de réduire le stress subi par cette pauvre fraise qui, dans cet écosystème de fraisage, fera vraiment de son mieux.

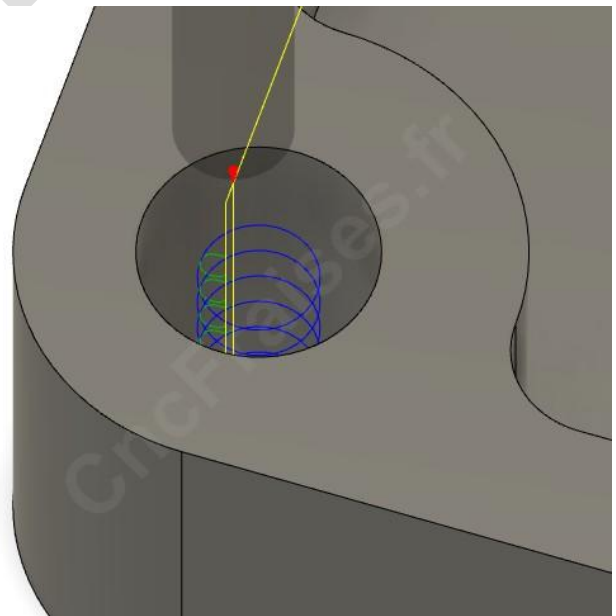
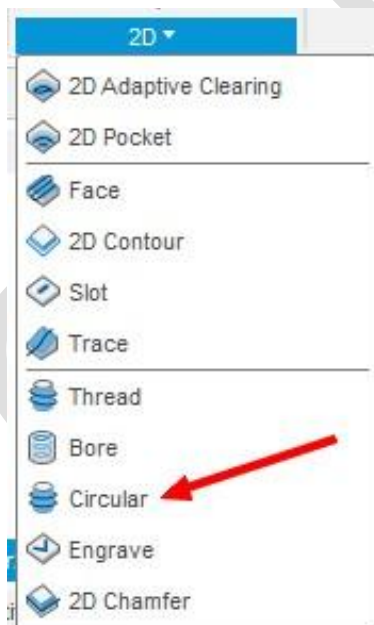
4.2.6.1 Alésages

Une fraise est prévue pour fraiser. Pour percer, on utilise un foret, cependant, sur les fraiseuses à commande numérique, avec le parcours d'outil adapté, on peut réaliser des alésages, ce qui est pratique pour éviter un ou des changements d'outil et pour se simplifier la vie lorsque l'on débute.

Pour réaliser un alésage avec une fraise, on sélectionne une fraise d'un diamètre de coupe inférieur au diamètre de l'alésage (fallait-il le préciser ?).

Attention : pour éviter que la machine ait trop de micromouvements à réaliser (cela peut engendrer des vibrations, des pertes de pas, perte de précision globale), je considère que le diamètre de l'outil ne doit pas être trop proche du diamètre de l'alésage final (une différence de 20 à 25 % me paraît raisonnable).

Cet alésage sera fraisé comme une « poche », c.à.d. par un parcours de type hélicoïdal qui va rentrer progressivement en matière pour "supprimer" intégralement la matière passe par passe. Dans Fusion 360, on pourra utiliser un cycle d'alésage nommé : « 2D Circular » :



4.2.6.2 Poches

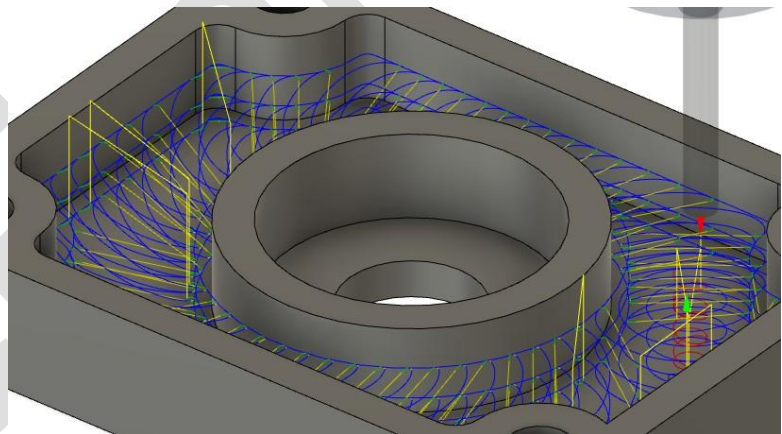
Pour "éviter" une poche, plusieurs stratégies sont possibles, les parcours d'outils traditionnels sont simples, l'outil rentre en matière (descente en Z) puis va "éviter" la zone avec des allers/retours horizontaux ou verticaux, et enfin reprendre le contour et ainsi de suite, passe par passe.

Pour exploiter au mieux une fraise, gagner en productivité, il existe des parcours d'outils plus optimisés où l'outil va éviter la poche avec un engagement axial et radial constant. Les efforts de coupe seront mieux répartis, la fraise ne travaille plus qu'en bout (merci pour elle), le rendement global est bien meilleur, Fusion 360 propose ces parcours d'outils, alors profitons-en !

Remarque : le « 2D Adaptive Clearing » permet de réaliser des poches « optimisées » ; cependant, pour un résultat optimal, il faudra configurer une ou plusieurs passes de « finition » pour obtenir un résultat final « lisse » et pour tenir les cotes « au mieux »

Je vous laisse découvrir toutes les « subtilités » de l'optimisation des parcours d'outils, il faudrait écrire un livre sur ce sujet tellement le champ des possibles est énorme ;-)

Pour éviter une poche "rapidement", le parcours adapté est "2D Adaptive Clearing" :



4.2.6.3 Détourages

Lorsque l'on fraise des matières présentées sous la forme de plaque, il faudra terminer par « détourer » la pièce pour l'extraire.

Vos fraisages sur la CNC 3018 seront ainsi souvent terminés par un « détourage ». Ce détourage sera réalisé dans des conditions difficiles... En effet, la fraise sera engagée à 100% dans la matière, c'est donc une succession de rainurage qui va s'enchaîner passe par passe, les conditions les plus difficiles pour une fraise.

Pour optimiser cette ultime étape, nous allons encore faire appel aux possibilités de Fusion 360, comme la pénétration en « rampe », la fraise va ainsi rentrer en matière (descente en Z) tout en avançant en matière. Les efforts de coupe sont mieux répartis, la machine (très légère) va moins vibrer, pas ou moins de marque laissée sur la pièce au niveau du point de pénétration, etc.

Lorsque l'on débute, il existe une option très pratique pour éviter/limiter les « bridages » compliqués ; en effet, si la pièce n'est pas correctement tenue (bridée) jusqu'à la fin du détournage, elle risque d'être « éjectée », se déplacer, elle risque d'être fortement marquée ou détruite !

L'astuce est d'utiliser des « talons » ou « points d'accroche » (tabs), la matière laissée lors de l'usinage devra maintenir la pièce. Bien entendu, il faudra couper ces talons pour libérer la pièce, cela va laisser des traces... mais c'est très pratique (au début).

Pour optimiser la tenue des cotes finales, n'hésitez pas à programmer une ou plusieurs passes de finition en fonction de la matière à fraiser.

Attention : Fusion 360 propose une multitude de possibilités/options pour chaque parcours d'outil (vous allez pouvoir y passer des heures, c'est vite addictif !).

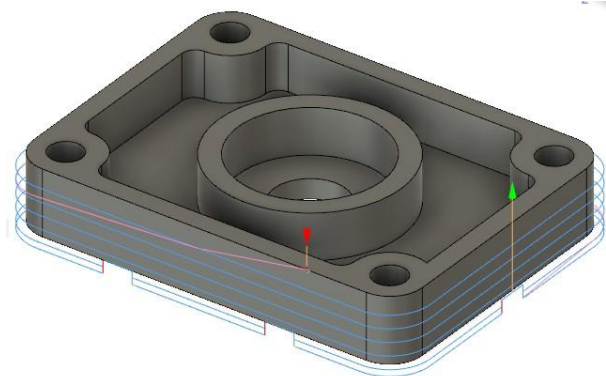
Il faut faire particulièrement attention avec une « option » nommée « LeadIn/LeadOut » !

Pour simplifier, cette option, utilisée en contournement, permet de rentrer et sortir de la matière « sur le côté », on évite ainsi les traces pouvant être laissées par la fraise.

Autant le « LeadIn » ne pose (en général) pas de problème, mais en rainurage, le LeadOut sera un « destructeur » de fraise dans bien des cas.

Pourquoi ? Le Leadout « final » va « écarter » la fraise de la pièce juste avant de sortir de la matière, très bonne idée, mais c'est un rainurage, sur le côté, il y a un « mur », la fraise va donc devoir fraiser d'un coup sur la hauteur totale de la matière à détourner, avec une « grosse » fraise dans une matière très très tendre, passe encore, avec une petite fraise et/ou de la matière dure, c'est la casse assurée !

LeadOut est parfait pour les travaux de détournage lorsque l'excédent total de matière, autour de la zone à fraiser, a été supprimé ou n'existe pas ; sinon, il est préférable de désactiver le LeadOut pour vos rainurages ;-)



4.2.7. Génération du G-code

Le G-code (ou code ISO) est un langage de programmation, ici, on parle de programmation des machines-outils.

Le G-code est donc une succession de « commandes » toutes normalisées suivies en général d'un ou plusieurs « paramètres ».

Exemple :

G1 X100 F500.

G1 : déplacement de la machine

X100 : Axe X, distance 100 « unités » (mm par exemple)

F500 : F : Feed (vitesse), 500 « unités » (mm/min par exemple).

Le logiciel de génération de parcours d'outil aura ainsi généré une multitude de commandes pour réaliser ce que vous avez paramétré. Le fichier ainsi généré sera envoyé au logiciel qui « pilote » votre fraiseuse.

4.2.8. Le « Postprocesseur » c'est quoi encore ce truc ?

Le G-code est un langage de programmation « normalisé » ; cependant, la fraiseuse « cible » peut avoir quelques spécificités, limitations et autres.

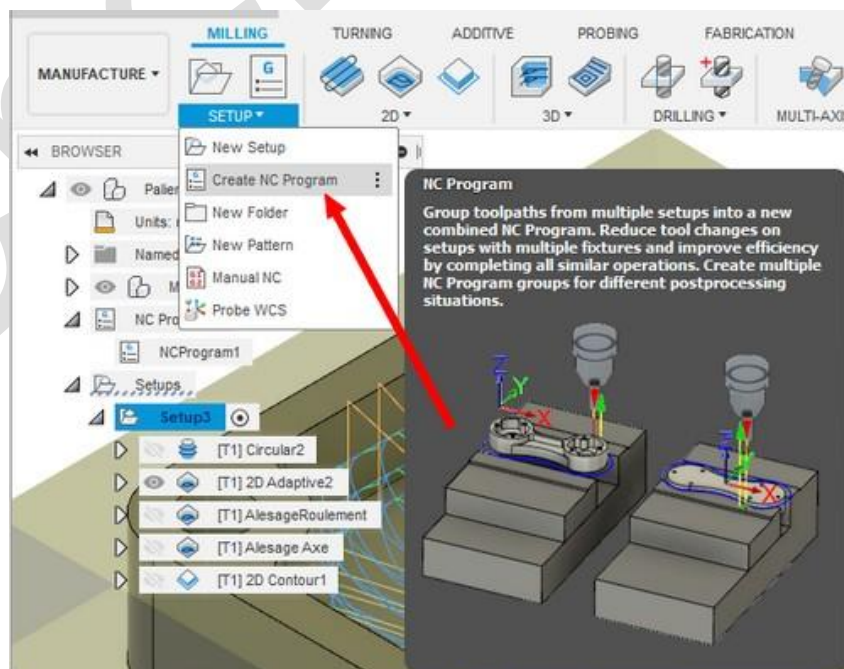
Il faut alors « adapter/optimiser » le code ainsi généré pour cette machine en particulier, c'est le rôle du « postprocesseur » qui va appliquer ces « modifications ».

4.2.9. Génération G-code Fusion 360

Comme déjà énoncé, la CNC 3018 est équipée d'un interpolateur Grbl.

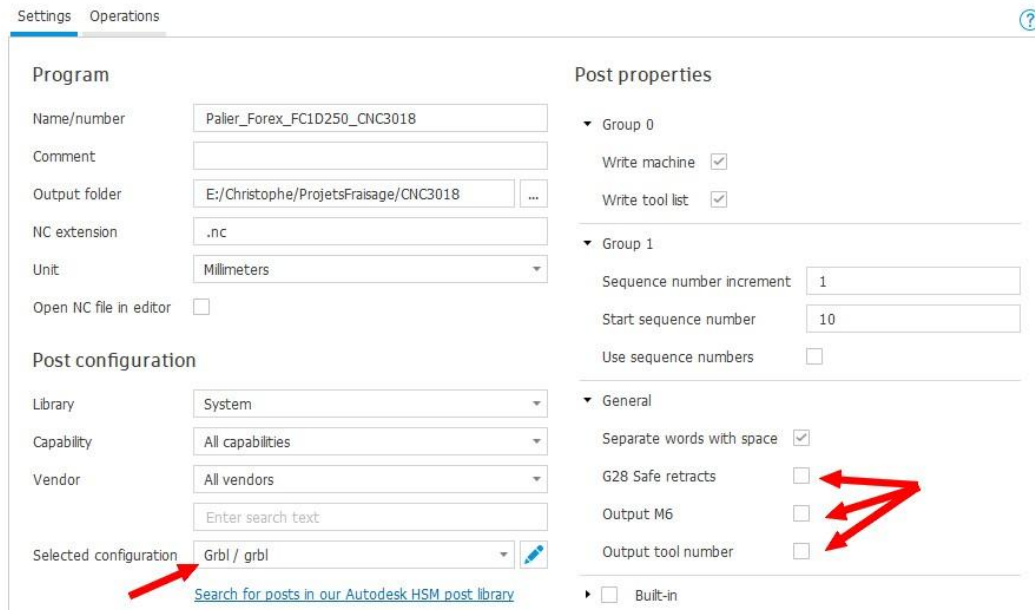
Bonne nouvelle, il existe dans Fusion 360 un « postprocesseur » Grbl, nous sommes « sauvés » !

Pour que Fusion 360 génère un fichier G-code, il faut créer un "Create NC program" dans l'onglet "Setup" du module "Manufacture".



Configuration

Pour vous faire gagner du temps, voici une configuration de base pour exploiter immédiatement le fichier G-code généré dans Candle pour votre CNC 3018 :



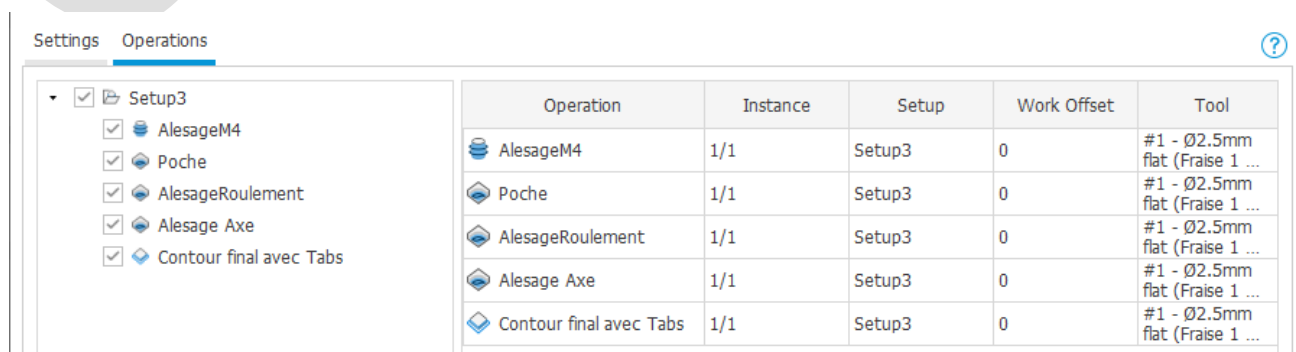
Quelques points importants :

- Le fichier G-code sera généré dans le répertoire indiqué dans "Output Folder".
- On travaille en millimètres... vérifiez que les unités sont bien "Millimeters" !
- Le post processeur sélectionné est bien : Grbl
- J'ai décoché :
 - G28 Safe retracts (pas de G28 en début ou en fin d'usinage), cela peut vous éviter quelques "surprises" si votre position G28 n'est pas enregistrée (voir paragraphe 2.2.1.6).
 - Output M6 : Candle ne gère pas la sélection / changement d'outil automatique (enfin je n'ai pas vu cette possibilité), pour éviter un message d'erreur, on désactive la sortie de code "M6" (M6 = appel (changement) d'outil).
 - Output toolnumber : lié à la fonctionnalité M6 précédente.

Sélection des parcours à générer :

Il n'est pas nécessaire de générer un "NC program" par parcours d'outil, il est possible d'activer ou désactiver un ou plusieurs parcours d'outil et ainsi générer un fichier G-code pour fraiser un projet complet ou une partie, pratique pour reprendre un parcours d'outil, etc.

C'est l'onglet "Opérations" :



Operation	Instance	Setup	Work Offset	Tool
AlesageM4	1/1	Setup3	0	#1 - Ø2.5mm flat (Fraise 1 ...)
Poche	1/1	Setup3	0	#1 - Ø2.5mm flat (Fraise 1 ...)
AlesageRoulement	1/1	Setup3	0	#1 - Ø2.5mm flat (Fraise 1 ...)
Alesage Axe	1/1	Setup3	0	#1 - Ø2.5mm flat (Fraise 1 ...)
Contour final avec Tabs	1/1	Setup3	0	#1 - Ø2.5mm flat (Fraise 1 ...)

4.2.9.1 Génération

Tout est prêt pour générer le fichier G-code, déroulez le menu sur le "NC program" que vous venez de créer et cliquez sur "Post Process".

Le fichier G-code peut maintenant être chargé dans le logiciel de pilotage/contrôle que vous avez sélectionné, dans mon cas : Candle.

4.2.10. Montage de la fraise

Pour le montage d'une fraise dans une pince normalisée comme des pinces ER, il y a quelques recommandations pour s'assurer que l'outil est correctement monté pour votre sécurité et pour la qualité de vos futurs travaux de fraisage et gravure.

La pince et l'écrou forment un « couple », la pince doit être « clipsée » dans l'écrou.

Ainsi assemblée, la pince reste solidaire de l'écrou.



A ce stade deux possibilités :

- Montage de couple écrou/pince sur le filetage du porte pince, ne pas serrer, un ou deux tours suffisent pour que ce couple soit maintenu sur le porte pince. Il est alors possible d'insérer la queue de l'outil. Puis procéder au serrage.



La queue de l'outil est insérée dans le couple pince/écrou, puis le tout est vissé sur le porte pince.



Ce qu'il ne faut pas faire...

Ne jamais insérer la pince seule dans le porte pince, puis insérer la fraise et enfin venir visser l'écrou. La pince risque de se coincer (par écrasement) dans le porte pince, la fraise ne sera pas guidée dans l'axe, il y a un risque de perte de concentricité avec la mort prématurée de l'outil.



4.2.11. Position de la fraise dans la pince

La queue de l'outil doit être rentrée «au maximum» dans la pince, je vois aussi souvent des queues d'outil insérées que de quelques millimètres dans la pince, c'est dangereux !

Vous augmentez aussi le risque de vibration/casse de l'outil, risque encore plus important sur une machine aussi légère (je dirais même flexible) comme la CNC 3018.

Pour une fraise dont le diamètre de queue est de 3.175 mm (1/8), la longueur totale normalisée de l'outil est 38 mm, la queue doit être insérée d'au moins 10 mm dans la pince. Sous 10 mm, c'est un montage « dangereux ».

Pour augmenter la rigidité globale de l'outil, la position idéale correspond à l'outil inséré quelques millimètres au-dessus du début de la "longueur utile" (là où commence la partie "coupante").



4.2.12. Fixation de la matière

La matière a été fixée sur la machine. Pour ces usinages, j'ai utilisé le système de fixation livré en standard avec la machine, ce n'est pas le plus pratique mais il est immédiatement disponible.

Fixer la matière à usiner sur une fraiseuse est un métier à part entière !

Bien souvent on passe plus de temps à fixer la matière, préparer l'usinage que le temps d'usinage à proprement parler.

Je ne doute pas que vous trouverez des astuces pour « fixer » les différentes matières que vous aurez à fraiser, vous pourrez utiliser votre fraiseuse pour créer des pièces de fixation ou encore avec votre imprimante 3D si vous êtes équipé.

Attention : Le scotch double face, c'est parfait pour tuer des fraises !

Si la fraise ne risque pas de « toucher » lors du fraisage le double face, pas de problème, dans le cas contraire, le scotch double face va « bourrer » la fraise, elle ne coupera plus et c'est la casse quasi immédiate !

4.2.12.1 Le martyr

Pour éviter d'abîmer (trop vite) la table de fraisage, vous pouvez insérer entre la table et la matière à fraiser un martyr, le martyr permet de fraiser un peu en-dessous de la matière sans fraiser votre belle table de fraisage en alu.

On peut programmer tous les travaux de fraisage/perçage « débouchants » avec un décalage (offset) de 1 mm par exemple, la pièce sera ainsi parfaitement libérée, délivrée ☺.

La course de l'axe Z étant faible sur la CNC 3018, j'ai utilisé un bout de « dépron » de 3 mm comme martyr pour ne pas perdre trop de course utile.

Le MDF (différentes épaisseurs) est aussi une matière de choix comme martyr.

4.2.13. OM/OP

Le G-code est chargé dans le logiciel de pilotage (Candle).

Ma machine étant équipée de « home switch », j'ai lancé la procédure de « Homing ».

Puis à l'aide du « jog », je déplace les axes X et Y pour me positionner au-dessus de la matière à fraiser.

Je réalise mon « 0 » outil (pour le moment manuellement) : descente douce en « Z » jusqu'à venir toucher la matière.

Ce point est donc notre « Origine pièce » : l'OP.

On enregistre cette position X et Y avec le bouton suivant :



Puis quand le « 0 » outil est fait, c'est le bouton :



4.2.14. C'est parti !

Le fichier gCode est chargé, Il est enfin temps de lancer l'usinage.

On clique sur le bouton « Envoyer », la broche va se mettre en route et la machine va commencer l'usinage.

En fraisage, je vous conseille de « surveiller » vos travaux.

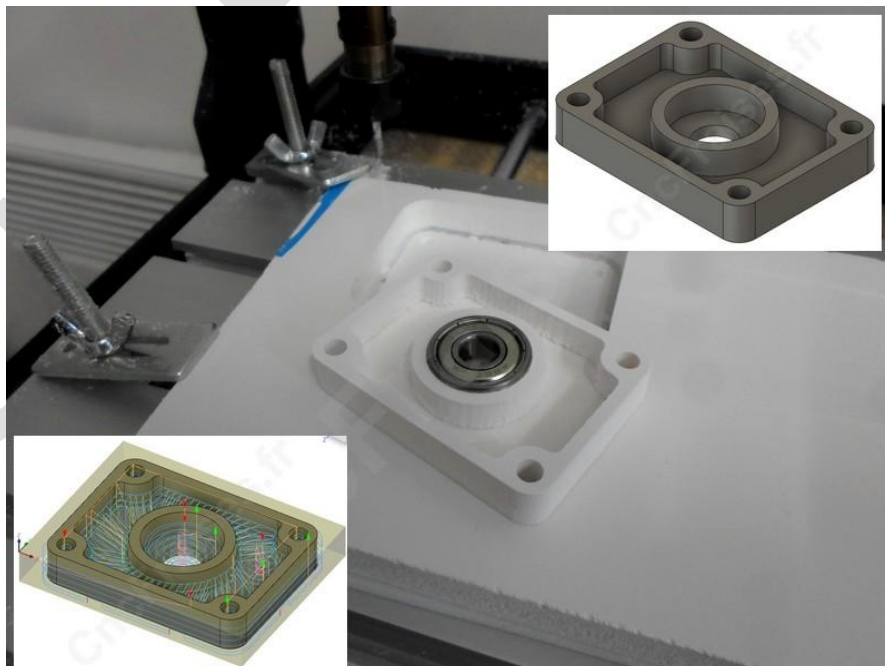
4.2.15. Résultats obtenus

La première pièce est fraisée. Elle pourra être extraite en coupant les « talons » (tabs) laissés lors du détournage final.

Les cotes obtenues sont « acceptables », l'insertion du roulement est ok, idem pour l'alésage de 4 mm.

Les paramètres de coupe validés pour la fraise référence FC1D250 sont :

- Vitesse de broche : Maximale
- Passe : 2 mm
- Avance : 350 mm/min



4.2.16. Métrologie

Fraiser avec une fraiseuse à commande numérique c'est génial ; un des facteurs les plus importants (de mon point de vue) en fraisage c'est de « tenir les cotes ».

« Tenir les cotes », c'est s'assurer qu'un alésage prévu à 22 mm fait bien 22 mm et pas 21,5 ou 23 mm, etc.

J'exagère un peu mais c'est important, surtout lorsque l'on fraise des pièces qui doivent s'assembler (pour du fraisage « artistique » c'est moins flagrant).

4.2.16.1 Les dimensions de la pièce ne sont pas bonnes, pourquoi ?

Une multitude de raisons peut aboutir à des problèmes de cotes, une liste (non exhaustive) :

Des problèmes mécaniques :

- sur la machine :
 - Points durs
 - Qualité des transmissions (jeux)
 - Manque de rigidité de la machine (structure, guidages linéaires, ...)
 - Vibrations
 - ...
- des problèmes électroniques :
 - Pertes de pas
 - Manque de couple des moteurs
 - ...
- des problèmes de configuration logiciels :
 - Mauvaises configurations de l'interpolateur, du logiciel de pilotage
 - Rampe d'accélération des moteurs trop importante
 - Avance maximale inadaptée
 - ...
- des problèmes de paramètres de coupes :
 - Avances
 - Profondeur des passes
 - Vitesse de rotation de la broche
 - Choix de l'outil
 - ...

Que de problèmes et autant de combinaisons possibles !

Le fraisage, ce n'est pas si « simple ». Le nombre de variables sont tellement nombreuses, l'équation est très difficile à résoudre. Imaginez alors lorsque l'on me demande à « distance » de résoudre tel ou tel problème, j'ai cependant développé quelques dons de « voyance » (humour).

Sans remettre en cause les choix techniques et, par conséquent, économiques en acquérant la CNC 3018, il va falloir rester très humble sur les capacités de fraisage de cette machine. C'est un monde de compromis qui s'ouvre devant vous.

Si les cotes de la pièce que vous avez fraisée ne sont pas correctes, il faut commencer par remettre en question les paramètres de coupe ; en effet, si vous avez « surestimé » les paramètres de coupe, il y a fort à parier que la machine va « plier » sous les efforts de coupe.

Il est facile de faire « plier » la CNC 3018, un simple morceau de contre-plaqué de 5 mm avec une avance et/ou profondeur de passe inadaptée pour cette machine et vous verrez « plier » la machine.

Il va donc falloir revoir à la baisse l'avance et/ou profondeur de passe. On ne pourra pas jouer sur la vitesse de rotation ; dans une majorité des cas, la broche d'origine sera de toute manière « toujours à fond ».

A limiter l'avance et la profondeur de passe, on se retrouve vite avec des avances très réduites et un grand nombre de passes. L'usinage peut vite durer « des heures », j'exagère à peine.

Et si cela peut paraître contre intuitif, la fraise « s'use à ne rien faire » ; en effet, l'outil travaille très en deçà de ses possibilités (elle chauffe par exemple), et seul le « bout » de la fraise travaille, donc s'use (vite).

Ce n'est pas du fraisage, mais du « grignotage » et c'est loin d'être l'idéal.

Astuce : On pourra aussi être « malin », c.à.d. programmer des parcours d'outils d'ébauches en étant « agressif » mais toujours finir chacun des parcours avec une ou des passes de finition avec des paramètres de coupes très « conservateurs », c'est une approche très intéressante sur les machines très légères comme la CNC 3018.

S'il reste des problèmes de cotes après avoir « optimisé/adapté » les paramètres de coupe, les parcours d'outils, il faut vérifier qu'il n'y ait pas de pièces structurelles mal montées, des jeux ici ou là, que les vis à rattrapage de jeux des 3 axes son bien « réglées », s'assurer qu'il n'y a pas de points durs, etc.

Sur les fraisages que j'ai réalisés dans des matières tendres, avec des paramètres de coupes « acceptables » pour la machine, j'arrive à une précision entre 0.10 (au mieux) et 0.20 mm.

4.3. Le MDF/Valcromat

Dans le MDF/Valcromat, il est possible d'utiliser beaucoup de type de fraises différentes, 1 dent, 2 dents hélicoïdales, droites, ...

Comme souvent, en fraisage, chacun a ses petites habitudes et "positions".

Si vous n'avez pas (encore) d'apriori, pour le MDF/Valcromat, je conseille les fraises "2 dents droites", de par leur conception rigide et "simple" dans le sens où elles pardonnent beaucoup d'erreurs.

Dans le MDF/Valcromat, les résultats obtenus sur des fraiseuses CNC Hobby ou semi-professionnelles sont généralement très bons, il est donc tout naturel d'essayer sur la CNC3018.

J'ai ainsi sélectionné une fraise 2 dents droite de 2.5 mm, longueur utile de 12 mm (référence FC2DD250), j'ai utilisé les mêmes paramètres de coupe que dans le Forex, le MDF étant lui aussi un matériau que je classe dans les matières "tendres".

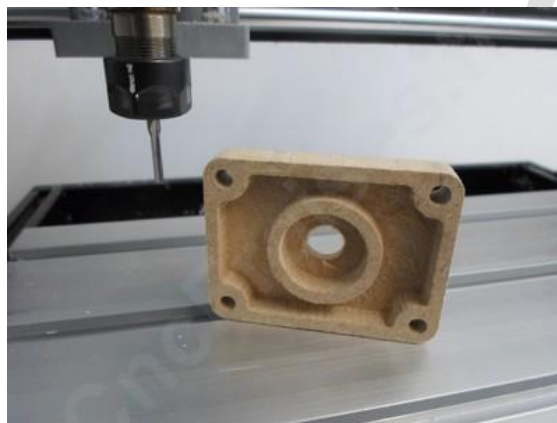
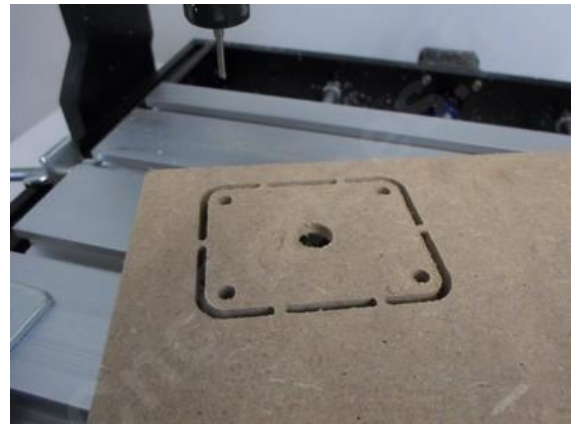
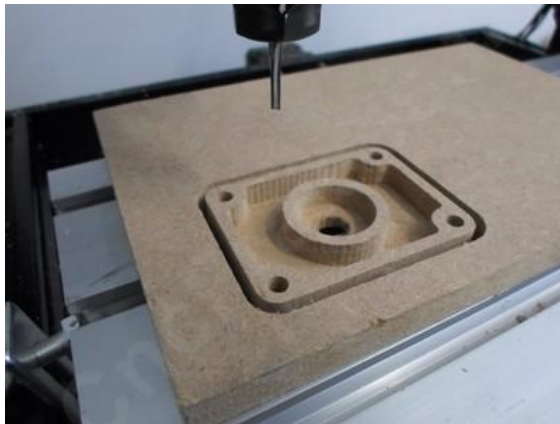
Le résultat obtenu est très correct, les cotes sont acceptables à la vue de la matière utilisée.

La qualité du MDF (c'est valable pour beaucoup d'autres matières) influe énormément sur le résultat après fraisage. Le MDF de mauvaise qualité "peluche" beaucoup et est très "cassant".

D'expérience, plus la couleur du MDF est "brun foncé", plus sa qualité est meilleure. Pour les tests d'usinage, je n'avais que des chutes d'un MDF de GsB, on voit bien que la qualité du MDF est loin des meilleures que j'ai déjà eu l'occasion de fraiser.

Remarque : le Valcromat est une matière que l'on considère "proche" du MDF mais finalement de bien meilleure qualité et elle est aussi plus dense. Il faudra certainement réduire la valeur d'avance comparée au MDF pour fraiser sans "surprise" cette matière.

Je n'ai plus de Valcromat en stock et "confinement "oblige", je n'ai pas complété mon stock pour réaliser des tests.



4.4. Le contre-plaqué

Il existe une multitude de contre plaqués et par conséquent de qualités différentes...

Pour les plus courants (et assez facilement accessibles), nous trouvons les CTP Peuplier, Okoumé, bouleau, filmé, ...

Suivant les colles et natures des matières, certains sont réservés exclusivement à un usage "intérieur", d'autres pour l'extérieur, qualité marine, aviation, etc.

Pour fraiser le contreplaqué "Okoumé" que l'on trouve souvent dans les rayons des "Grandes Surfaces de Bricolage", j'affectionne les fraises dites "coupe diamant". Pas de "diamant" sur ces fraises, leur nom est plutôt lié à la forme de la multitude de "picots" qui composent ces fraises.

Ces fraises sont la base issue du monde de la fabrication des "PCB" et de l'industrie des composites ; en effet, elles sont initialement prévues pour fraiser les matériaux composites.

Ce sont des fraises qui "pulvérisent" la matière (un peu comme une "lime"), de par leur conception, il est difficile de déterminer des conditions de coupes en se basant sur un nombre de dents. Pour qu'elles travaillent au mieux, elles sont prévues pour tourner (très) vite, dans l'industrie, il n'est pas rare de voir des fraises « coupe diamant » tourner à plus de 40.000 tr/min !

Sur la CNC3018 et sa broche très limitée (environ 8.000 tr/min), ces fraises ne seront pas au meilleur de leur performance mais c'est un peu vrai pour toutes les fraises "compatibles" avec la CNC3018, le moteur d'origine ne tourne vraiment pas assez vite.

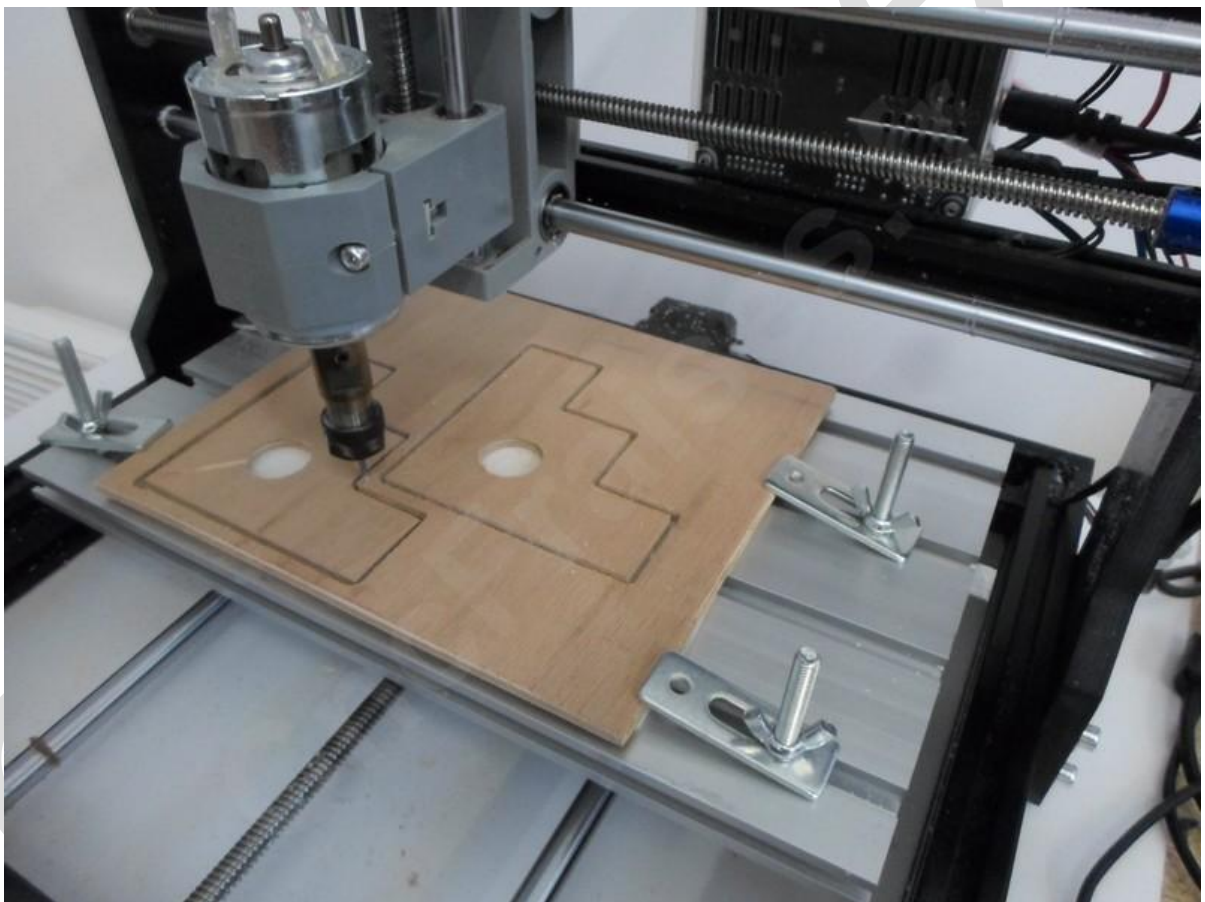
Le CTP est de suite beaucoup plus "dur" que les matières fraisées précédemment, on sent bien que la machine a du mal... il a fallu que je réduise assez fortement l'avance pour ne pas voir la machine se "déformer" sous l'effort de coupe. La déformation de la machine est facile à "constater", dès que la fraise avance par à-coup, c'est que l'effort de coupe est plus important que la rigidité de la machine...

Bien entendu, hors de question de fraiser dans ces conditions, ne pouvant pas augmenter la vitesse de rotation de l'outil, on va naturellement limiter l'avance et/ou la profondeur de passe.

Après quelques essais, le résultat obtenu est "correct", mais 10 minutes pour découper un petit bout de CTP... nous sommes très très loin d'un fraisage "classique" sur une fraiseuse CNC même de la catégorie « loisirs » !!

Pour limiter les efforts de coupe, il convient de fraiser en opposition (le parcours de la fraise est dans le sens anti-horaire pour simplifier les choses...).

Là encore, j'ai sélectionné un outil de 2.5 mm de diamètre de coupe (référence FCCD250), l'avance finale est de 200 mm/min pour que le résultat soit correct sans que la machine soit trop mise à l'épreuve.



4.5. LE PMMA

Derrière le nom courant "plexi", se cache en réalité une multitude de matières certes souvent totalement transparentes mais fort différentes.

Plexiglas est un nom de marque pour une matière bien spéciale, le PMMA (Polyméthacrylate de méthyle). Le PMMA est fabriqué par 2 procédés, soit il est coulé (entre 2 plaques de verre) soit il est extrudé.

Le PMMA coulé est par sa nature bien plus facile et agréable à fraiser / graver, c'est un facteur important lorsque vous commandez votre matière première.

Cependant, il y a bien d'autres matières qui ressemblent à ce verre synthétique qu'est le PMMA, pour ne citer que deux exemples, il y a le Polycarbonate (PC, connu sur la marque Makrolon par exemple) ou encore le polystyrène extrudé transparent (comme le Styroglass).

Attention, l'usinage de ces matières est souvent réalisé avec une fraise 1 dent mais les paramètres de coupe vont être très différents.

Ce que l'on trouve en GsB n'est "jamais" du PMMA, il s'agit souvent de Polycarbonate et/ou de Polystyrène expansé (beaucoup moins cher au m²).

Revenons au PMMA. Le PMMA se fraise (en général) avec une fraise 1 ou 2 dents, fraises qui doivent avoir la capacité de très bien dégager les copeaux (c'est le cas des fraises 1 dent).

L'objectif est de générer des copeaux de bonne taille, il faut prendre et enlever "vite" la matière pour éviter la fonte de la matière et des copeaux, sinon une boule de matière fondue se forme sur la fraise, elle ne coupe plus et c'est la casse.

Pour simplifier (toujours...), si la fraise passe "trop de temps" au même endroit, elle va échauffer la matière et vous connaissez maintenant la fin tragique.

On privilégie donc une vitesse de rotation "raisonnable" avec une avance en matière assez importante.

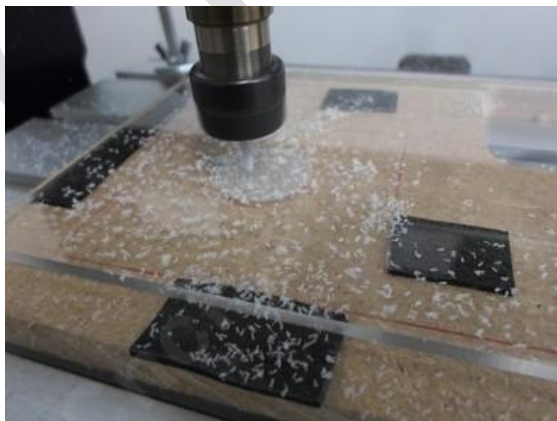
Cependant, pour réussir un bon fraisage dans du PMMA, il faut que la machine ne souffre d'aucun défaut : très bonne rigidité, pas de vibration.

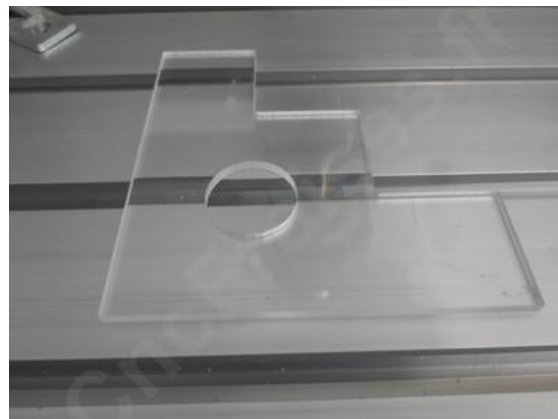
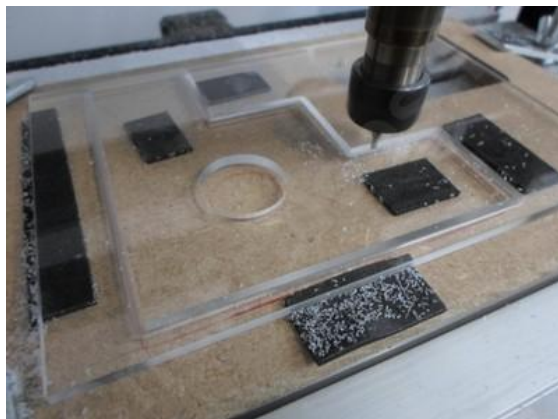
Avec la CNC3018, avec ses nombreuses limites, il va falloir être futé (et comme d'habitude patient..). On va ainsi privilégier de petites passes car la puissance de la broche et la rigidité de la machine sont très faibles, en essayant d'aller le plus "vite" possible. Donc petites passes et "grandes avances".

Pour ce chantier dans du PMMA de 3 mm, j'ai sélectionné une fraise 1 dent d'un diamètre de coupe de 2 mm et d'une longueur utile "la plus courte possible", c.à.d. 5 mm : FC1D2005.

La découpe de PMMA est possible, mais nous sommes très loin de pouvoir obtenir des champs "finis polis" (c'est déjà difficile à obtenir avec une fraiseuse CNC plus massive), il y a trop de vibrations et l'outil est très très loin d'être exploité à sa juste valeur.

Pour récupérer le brillant des champs, il va falloir utiliser de l'huile de coude !





4.6. Pour résumer

Vous trouverez, ci-dessous, un résumé des fraises et paramètres de coupe pour les matières que j'ai fraisées sur la CNC3018.

Ces paramètres sont, bien entendu, donnés à titre indicatif et avec du temps et de la patience, vous pourrez certainement les optimiser.

Pour une matière et une fraise, vous constaterez par l'expérience qu'il est difficile de donner des paramètres de coupe 100 % validés tellement les variables sont nombreuses.

Par exemple, rien que de changer de marque pour un PMMA peut faire grandement changer vos paramètres de coupe habituels... Il faut toujours prendre en compte tout l'écosystème de fraisage (l'opérateur en fait partie...) et l'expérience acquise sur votre matériel sera souvent l'élément qui fera toute la différence.

La fraise est toujours l'élément accusé en premier (la pauvre...) mais bien souvent le ou les "problèmes" sont... ailleurs.

Matière	Fraise	Type usinage	Profondeur passe (mm)	Engagement radial (mm)	Avance (mm/min)	Vitesse rotation (Tr/min)
ForexLite	FC1D250	Poche	2	2	350	8000
ForexLite	FC1D250	Contour	2		350	
MDF	FC2DD250	Poche	2	1.5	300	
MDF	FC2DD250	Contour	1.5		300	
CTP Eco	FCCD250	Poche	1.5	1.0	280	
CTP Eco	FCCD250	Contour	1.5		200	
PMMA	FC1D2005	Poche	1.0	0.5	350	
PMMA	FC1D2005	Contour	0.5		200	

5. Conclusion

Commençons par quelques points négatifs...

Sur les quelques matières fraisées, on peut conclure que la CNC3018 dans sa configuration d'origine n'est pas très à l'aise pour fraiser des matériaux de plus en plus "denses".

Le moteur de "broche" d'origine est bien trop anémique que cela soit en terme de vitesse de rotation et couple pour qualifier la machine de "fraiseuse", même pour un usage "loisir".

L'axe "Z" tend aussi à réduire drastiquement la rigidité du couple "X/Z", le chariot de l'axe "Z" mériterait d'être plus large et guidé par 4 douilles suffisamment espacées pour contrer à minima le porte à faux important du moteur de broche associé à (son trop long) adaptateur ER11.

La CNC3018 est une bonne base pour se lancer dans quelques améliorations, il faudra toutefois "raison garder" en se souvenant de son prix d'achat, sera-t-il pertinent d'ajouter 500 € d'options sur une telle machine ?

Si vous envisagez des modifications, la "broche" (oui encore elle), est (de mon point de vue) l'élément prioritaire à faire évoluer pour augmenter le champ des possibles de cette machine.

Sur YouTube et en français, je vous conseille la chaîne de José qui a fait un travail remarquable et remarqué sur des améliorations de la CNC3018 (voir Annexes).

Si vous avez des liens de qualité au sujet d'évolutions (réalisables par le plus grand nombre) autour de la CNC3018, n'hésitez pas à me communiquer l'information, je pourrais ajouter ces liens en annexes.

Il ya t-il des points positifs ? Oui !

Cette machine a tout de même un énorme atout (hormis son prix très accessible), elle est très formatrice !

Tous les (nombreux) concepts, logiciels, méthodologies et outils sont exactement les mêmes pour une autre fraiseuse CNC qu'elle soit un peu ou beaucoup plus rigide, lourde et puissante !

Ainsi, tout ce savoir-faire que vous allez acquérir pourra être largement mis à profit pour sélectionner dans de très bonnes conditions et en connaissance de cause votre prochaine fraiseuse CNC, elle sera ainsi parfaitement adaptée à vos besoins.

Je vous donne rendez-vous dans le "tome 2" qui traitera du sujet de la "gravure".

En attendant, je conclurais avec cette expression qui me paraît bien adaptée à la CNC3018 :

« A cœur vaillant, rien d'impossible. » (Jacques Cœur).

6. Annexes

6.1. Logiciels utilisés

- Fusion 360 : <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>
- Candle : <https://github.com/Denvi/Candle>
- Grbl : <https://github.com/grbl/grbl>
- Notepad ++ (éditeur de texte universel) : <https://notepad-plus-plus.org>

6.2. Ressources CNC3018

- La chaîne de José, mot clé de recherche sur YouTube : **JJ Hontebeyrie**
- Les optimisations de François (si vous avez une imprimante 3D) :
 - <https://www.thingiverse.com/lkhesef/collections/cnc-3018>

6.3. Configuration Grbl CNC3018 CncFraises

```
$0=10
$1=25
$2=0
$3=2
$4=0
$5=1
$6=0
$10=1
$11=0.010
$12=0.002
$13=0
$20=0
$21=0
$22=1
$23=3
$24=25.000
$25=500.000
$26=250
$27=1.000
$30=3000
$31=0
$32=0
$100=800.000
$101=800.000
$102=800.000
$110=1000.000
$111=1000.000
$112=600.000
$120=30.000
$121=30.000
$122=30.000
$130=200.000
$131=200.000
$132=200.000
```