

TUTORIEL

Le dernier délire du Doc : concevoir de A à Z une fraiseuse CNC « qui tient la route »



Préambule

Ayant récupéré puis modifié de toutes parts une fraiseuse de type « Coquery » je suis parvenu à un résultat très correct puisqu'il m'est devenu possible de détourer de la plaque d'aluminium jusqu'à 4mm d'épaisseur. Sans entrer dans les détails j'y ai opéré les évolutions suivantes :

- ajout d'une broche Kress de 800W compensée par contrepoids
- étages de démultiplication additionnels sur les axes X et Y (par pignons)
- contacts de butées, arrêt d'urgence, palpeur d'outil
- table de découpe à bridage universel (conception personnelle)
- remplacement des moteurs et de l'électronique par un système bipolaire plus puissant
- achat d'un logiciel de FAO avec son interpolateur

Mais rendons à César.... car il faut bien reconnaître que le concept de Guillaume Coquery reste certainement la manière la plus économique de fabriquer très simplement une machine numérique avec des matériaux disponibles un peu partout. Même si la rigidité d'une transmission à courroies est médiocre et que le cumul des jeux mécaniques est loin d'être négligeable, ce système autorise des découpes d'une précision très satisfaisante pour tout bricoleur à condition de n'usiner que des matériaux tendres.

Seulement voilà, je suis un éternel insatisfait !... et l'idée de concevoir de A à Z une « vraie » CNC m'a très rapidement miné. Je commence alors par dresser un symbolique cahier des charges :

- volume d'usinage utile confortable : $\approx 1000\text{mm}(X)$, $\approx 600\text{mm}(Y)$, $\approx 100\text{mm}(Z)$
- bonne rigidité et précision accrue de la machine
- utilisation de matériaux aisément disponibles (hors rails et transmissions)
- un aspect général tendant sur le professionnel
- un plan et une fabrication 100% personnels

Une course verticale de 100mm sera intéressante pour utiliser des outils longs tels que des forets ou pour faire un peu d'usinage 3D. La surface généreuse permettra la création de plusieurs plans utilisant des systèmes de bridage différents sans avoir à systématiquement démonter l'un ou l'autre.

Je récupérerai sur l'ancienne machine tout ce qui peut être réutilisé à savoir :

- la broche avec tous ses accessoires (environ 250€)
- l'interface électronique 3 axes (évolutive en 4 axes) construite par mes soins à partir de modules achetés en Asie et dont chaque voie peut monter à 4,2A sous 48V avec une résolution maxi au 1/128 pas (environ 200€)
- le palpeur d'outils de fabrication personnelle
- le logiciel Ninos v4 avec son interpolateur NeolPT v2 à 20kHz (environ 380€)
- l'ensemble informatique
- l'aspirateur « bagless » de 1800W

Lorsqu'on se lance dans une telle aventure il ne faut pas s'imaginer définir un budget précis. En tenant compte du matériel que je possède déjà et de la dépense supplémentaire j'espère me situer entre 2000 et 2500 euros. Sachant qu'une machine complète équivalente se négocie aux alentours de 8000 euros il me semble que jeu en vaut la chandelle d'autant qu'il est toujours possible de la rentabiliser.

Mai 2012, départ du projet

En route pour d'innombrables recherches sur la toile afin de dénicher les composants de base, à savoir les guidages linéaires et les transmissions. Primo c'est cher, deusio que choisir ?

Les guidages linéaires : mieux vaut rester sur du rondin d'acier rectifié pour ne pas se ruiner mais doit-on préférer ou non les rails supportés ? En fait le rail supporté permet de rester dans des diamètres faibles sur de grandes longueurs, dans mon cas où il faut 1200mm en X je peux me contenter de 16mm alors qu'il me faudrait 25mm dans le cas contraire. Par contre deux inconvénients majeurs : plus fastidieux à poser et il faut impérativement respecter l'axe de pression sur les curseurs à billes sous peine d'usure rapide ou de casse.

Les transmissions : la vis trapézoïdale est bien plus économique mais nécessite de concevoir des écrous avec un système de rattrapage de jeux et ce point me paraissait compliqué à réaliser de façon fiable. La vis à billes c'est le top mais hélas c'est très cher.

Ma patience a fini par payer en me permettant de dénicher des jeux de rails supportés de 16mm et des vis à billes, elles aussi en 16mm, le tout à un tarif intéressant (environ 500€ l'ensemble).

Trouvé chez un vendeur non spécialisé CNC sur Ebay, il ne s'agit pas de matériel professionnel mais la qualité me semble très correcte.



Les pièces sont lubrifiées d'origine mais pas à vie, il est donc indispensable de se procurer une graisse adaptée à ce type de mécanique, c'est-à-dire un produit propre, fluide et adhésif pour roulements et paliers. La graisse pour chaînes de motos semble convenir.

Maintenant que je détiens les pièces maitresses, passons à la deuxième étape : la conception.

Après de nombreuses heures passées sur un logiciel de CAO en 2D d'abord, en 3D ensuite pour vérifier les situations de collision, le plan général est enfin établi du moins en ce qui concerne le châssis qui sera constitué de profilé acier de 50x50x4mm (les semelles des rails faisant 40mm de large et l'épaisseur de 4mm me permettant de tarauder à M5).

La poutre du portique est également dessinée, restera à peaufiner les chariots Y et Z et à déterminer le centre de gravité de l'ensemble pour concevoir les flancs.

Les autres composants

- Les moteurs pas à pas bipolaires sont commandés chez Selectronic. Format Nema 23, 4.2v, 3A, couple de blocage de 18kg/cm. Autant dire qu'il y aura la puissance nécessaire.
- La petite connectique est achetée chez RS Components.
- Les accouplements moteur-vis et les chaînes porte-câbles sont dénichés pour un prix ridicule chez des vendeurs asiatiques sur Ebay.
- Toute la visserie provient de chez Bricovis et les paliers de chez 1001 Roulements.
- Le reste sera pris chez les revendeurs locaux.

Réalisation du châssis.

Dieu merci je peux compter sur Laurent, un fidèle assistant qui prend plaisir à participer au projet. Ses idées et ses remarques m'éviteront bien souvent des déboires !

Fin juin : Nous nous rendons chez le revendeur du coin et rapatrons la ferraille... 150€ mine de rien.

Toujours avec mon pote Laurent et sa superbe disqueuse nous passons une matinée à débiter cornières et profilés.

1^{er} juillet : C'est parti, on attaque l'assemblage du châssis. Pas facile de travailler au millimètre et à la fraction de degré en soudure à l'arc sur des longueurs de l'ordre du mètre et plus. Au final nous sommes assez satisfaits du résultat malgré quelques déformations créées par les inévitables contraintes thermiques.

Une deuxième après-midi sera nécessaire pour parfaire les soudures mais l'importante torsion des longerons principaux me tracasse énormément : 3mm de courbure au centre, c'est énorme !

S'en suit un redressage à la masse des pieds (bravo Jean-Louis !), puis des longerons qui doivent supporter les guidages de 1200mm. Sur ce point très délicat nous n'avons pas eu d'autre choix que de refendre les soudures d'angle pour réaligner l'ensemble mais il faut avouer que le résultat est quasi parfait. Un grand soulagement ! Nous terminons par la mise en place des supports de plateau.



Un bon ponçage puis deux couches de peinture de protection qui donneront un bel aspect martelé. Mise en place de niveau au 1/10 de degré et scellement au sol, à présent on ressent mieux le volume de l'engin. Ne disposant pas de balance adaptée, les masses sont en grande partie calculées et le châssis dépasserait à lui seul les 70 kilos. La machine complète (hors électronique et informatique) avoisinera les 110 kilos.

La mécanique

La fabrication des deux chariots principaux reliés par une traverse aluminium va me permettre d'aligner les rails de guidage lors de leur fixation. La longueur des chariots n'est que de 20cm pour conserver la possibilité d'usiner des longueurs proches du mètre, mais est-ce suffisant ? L'avenir nous le dira et j'en serai quitte pour les refaire ainsi que les flancs du portique, mais nous n'y sommes pas encore.

S'en suit donc la mise en place des rails de guidage et des butées mécaniques sur le châssis par perçages taraudés à M5. Il est décidé que chaque vis de la machine sera au format BTR 8.8, ça fait propre, ça fait pro et la tête est peu encombrante.

Une nouvelle mise de niveau est nécessaire en se basant cette fois-ci sur les rails.





C'est sur la base de règles de maçon que sont réalisés la poutre transversale et les chariots Y et Z. Débit des pièces, perçages, taraudages, rivetages, etc.

Un énorme travail de conception et de réalisation demandant beaucoup de précision.

Quelques pièces sont réalisées à la fraiseuse numérique, ce qui aide énormément !



Certaines parties des règles sont garnies de medium pour garantir un serrage sans écrasement ou une fixation borgne (grâce à des douilles à griffes), les liaisons et l'obturation des tranches sont assurées par divers profilés alu ou des plaques usinées à la CNC.

A noter que chaque groupe d'éléments devra pouvoir être ajusté sur tous les axes, donc trous de fixation oblongs pour chaque composant (courseurs à billes, moteurs pas à pas, paliers et butées d'écrous à billes).

Après bien des heures passées dans mon atelier, les pièces s'accumulent progressivement pour constituer un kit qu'il nous suffira ensuite d'assembler. Je dis « nous » car il arrive un moment où pour des raisons d'encombrement ou de poids il n'est plus possible de travailler seul sans risque de fausser la mécanique.



Je réalise au passage le support de broche taillé dans la masse d'une plaque d'aluminium de 19mm, opération longue, difficile et pénible car la matière « bourre » énormément les outils.

Le perçage au diamètre standard de 43mm pour la fixation de broche est réalisé au tour après ébauche à la scie cloche.

Revenons à la transmission sur l'axe des X. La découpe des platines en aluminium de 4mm n'est devenue qu'une simple formalité pour ma bonne vieille fraiseuse. Quelques coups de lime pour retoucher l'ajustement, perçages taraudés sur le châssis et le tour est joué, tout paraît s'aligner convenablement mais attendons de recevoir les accouplements pour s'en assurer.

Nous sommes début août et à ce stade j'en suis à plus de 80 taraudages... et 1000€ d'achats ! Mais nous avons bien avancé, bien plus que ce que nous avions prévu. Laurent me reproche même « d'aller trop vite » !

Electricité

L'installation électrique se compose d'une rampe de 5 prises 2P+T.

Deux d'entre elles sont alimentées au travers de relais 10A dont le courant de commande est limité à 12V car pour des raisons de sécurité il n'est pas question de faire circuler du 220V sur une machine tout acier, bien que le châssis soit lui-même relié à la terre.

Ces deux prises sont destinées à la broche et à l'aspiration, les trois autres à l'informatique et à l'interface de puissance.



Premier assemblage

Vient alors un moment délicat : l'assemblage provisoire du chariot complet (broche incluse) sur la poutre transversale afin de déterminer le centre de gravité de la masse qui reposera sur les principaux chariots de l'axe des X. Ceci me permettra de dessiner définitivement les flancs du portique puisqu'il faut limiter au maximum le balourd d'autant que les chariots ne sont pas bien longs.

En ce dimanche maussade, Laurent est venu et nous nous lançons dans le tout premier montage du « kit ». Deux plaques latérales en bois ont été provisoirement conçues pour déterminer le fameux centre de gravité. Premières grandes satisfactions : tout se monte avec facilité et le chariot YZ coulisse à merveille. Malgré sa vingtaine de kilos l'ensemble donne un aspect de légèreté et franchement nous trouvons que « ça a de la gueule » !



Après quelques essais et réflexions le point d'équilibre est enfin déterminé. Par curiosité nous comparons avec les plans provisoires et surprise, mes estimations se situaient à seulement 5mm de la réalité. Ne nous y trompons pas, ça tient en grande partie du coup de bol !

Heureux et rassurés nous terminons la journée par un démontage et remisage des pièces.

Un petit contretemps dû au fait que mes accouplements moteur-vis ne convenaient pas, j'ai donc passé une nouvelle commande en Asie... délai indéterminé.

Les flancs

Me voici à nouveau devant le logiciel de CAO et je choisis de ne pas dessiner de trous de fixation oblongs pour le moteur et le palier de l'axe Y. Les flancs seront découpés à la CNC et tout devrait correspondre. De plus les perçages du palier permettront un jeu minimal et l'ajustement sur les deux axes sera possible au niveau de l'écrou de vis à billes.

Le médium est une matière que les fraises n'aiment pas car les liants synthétiques font chauffer l'outil. Il est indispensable de déterminer les bonnes vitesses d'avance et de rotation sous peine de voir apparaître une légère fumée, signe que la matière brûle. Dans ce cas la coupe sera inesthétique et la fraise prématurément usée. Quelques essais préalables s'imposent ainsi qu'une aspiration continue des copeaux pendant l'usinage. Ne pas hésiter non plus à multiplier le nombre de passes.

Après un petit tour chez le détaillant du coin je bride une à une les plaques et deux heures plus tard les découpes sont prêtes, les arêtes adoucies et les perçages repassés au foret.

Un premier montage sur la poutre puis un autre sur les chariots principaux de manière à vérifier et agrandir si besoin les trous de fixation de un ou deux dixièmes de millimètre.

Encore un petit effort avant l'assemblage définitif : donner un peu de couleur pour cacher l'aspect « bois » et faire en sorte que les montants du portique soient fermés, ce pour des raisons d'esthétique et éviter l'accumulation des poussières et copeaux tout en permettant un accès aux vis et écrous.



Une idée parmi d'autres mais un jeu de patience exigeant de la finesse : découper un entourage en cornière sous laquelle vient se glisser une tôle formée. La coupe des profilés alu n'est pas du tout aisée pour obtenir une jointure la plus fine possible, 24 pièces tout à la scie et à la lime !

Les parties supérieures restent facilement amovibles pour accéder à la visserie.

Le médium reçoit deux couches d'une belle peinture bleue et voilà le résultat, un trompe-l'œil assez efficace.

La transmission X

Entretemps les accouplements flexibles sont arrivés en seulement onze jours pour une commande en Asie, sans commentaire !

En théorie tout est quasiment prêt en ce qui concerne les transmissions sur les trois axes, je ne devrais plus avoir qu'à aligner les pièces et ajuster les entretoises de calage. Je craignais que la plus longue vis ne crée un porte-à-faux lorsque le portique se trouve au point zéro (côté opposé au moteur) mais apparemment il n'en est rien, la rigidité semble bonne.

Allons-y pour quelques travaux à la CNC et au tour, puis mise en place provisoire de la vis à billes et au final tout s'aligne parfaitement.



Montage du portique

Le portique assemblé est très lourd, très encombrant et il est hors de question de prendre le moindre risque pour l'emboîter sur les chariots principaux, même à deux ce n'est pas gagné d'avance mais... le plafond de mon atelier étant constitué de solives, l'idée m'est venue de fabriquer une potence rudimentaire. Deux solides ferrures, une traverse, des sangles équipées de contrepoids et le tour est joué !

Reste à définir la méthode j'apprécierais assez d'être autonome et la possibilité de monter et démonter tout seul la machine me séduirait... mais ne soyons pas téméraire !

Jour J : Laurent est au rendez-vous et nous allons enfin savoir comment tout cela se présente. Résumons le déroulement de l'opération :

Etape 1 : Limiter au maximum la masse du portique, c'est-à-dire uniquement les flancs, la poutre et le chariot Y. Peser l'ensemble et comparer avec les contrepoids (les chariots X ne sont pas prévus pour recevoir une traction verticale).

Etape 2 : Préparer les chariots sur l'axe des X (traverse démontée), conserver visserie et outillage à portée de main, placer une règle de maçon en travers des deux rails X et poser les contrepoids sur une planche au niveau du cadre inférieur du châssis.

Etape 3 : Déposer le portique sur la règle de maçon, le sangler puis libérer doucement les contrepoids.

Etape 4 : Amener les chariots sous le portique, introduire une à une les six vis de liaison et pour terminer remettre en place la traverse aluminium.

La manœuvre tant redoutée s'est effectuée avec une facilité déconcertante, seul un perçage a dû être très légèrement repassé au foret.



Les premiers réglages

Il ne reste plus qu'à dresser l'ensemble à l'équerre et au niveau en serrant progressivement les boulons. Ceci nous a pris pas mal de temps et nous avons été contraints de « tricher » en ajoutant une fine épaisseur pour décaler un flanc par rapport à l'autre. Les tolérances se cumulent et il arrive un moment où il faut prendre la décision de corriger.

Chose curieuse qui m'a coûté des heures et m'a mis les nerfs à vif, le chariot Y couissait très mal dès que les vis des curseurs étaient en pression alors que nous avions déjà effectué l'assemblage sans aucun problème particulier. Après remplacement des deux curseurs par d'autres initialement prévus pour l'axe Z tout est rentré dans l'ordre. Il faudrait vraiment tout repérer avant démontage !

Première vérification très importante : les axes X et Y forment-ils bien un angle droit ? Pour s'en assurer il suffit d'installer un plateau provisoire et fixer, perpendiculairement à celui-ci, une pique sur le chariot Y pour effectuer un repérage sur trois points puis un bref calcul avec Pythagore fait l'affaire.

A priori le fait que les chariots X ne fassent que 20cm de long ne pose aucun problème à partir du moment où l'ensemble est bien équilibré, ce qui m'ôte le gros doute que j'avais dès le départ. Par contre il est bien plus difficile de régler les guidages lorsque les quatre curseurs sont ramassés comme c'est le cas sur les chariots Y et Z.

Vient ensuite l'installation des vis à billes Y et Z, travail minutieux car l'alignement doit être parfait et aucun point dur ne doit subsister. La vis Z étant très courte, son écrou a dû être monté sur entretoises souples pour éviter le risque d'une usure prématurée. A noter au passage que les fameux curseurs problématiques fonctionnent très bien sur le chariot Z... allez donc comprendre !

La fine épaisseur que nous avons ajoutée sur un des flancs a décalé l'alignement du palier de la transmission Y ce qui m'a valu de retoucher la fixation de ce dernier. Moralité : lorsqu'un plan est établi il faut le respecter sinon gare aux surprises !

Finalisation de la partie « lourde »

15 août : Un mois et demi se sont écoulés, une énorme partie est réalisée et la quasi-totalité des éléments est regroupée en une seule et même machine, ça fait de la place dans l'atelier et la plupart des pièces fragiles sont enfin en sécurité.

Je passe outre la multitude de petits soucis techniques qu'il m'a fallu résoudre ou les mauvaises surprises avec des fournitures comme par exemple les roulements mal emboîtés dans les paliers.

Il est temps de s'occuper de la table d'usinage avant de poser définitivement le support de broche et la vis à bille des X, celle-ci étant très fragile de par sa longueur. La table est composée d'un panneau de medium de 16mm rigidifiée par trois profilés acier de 20x20mm, eux-mêmes boulonnés au châssis avec la possibilité d'insérer des cales aux extrémités pour régler l'horizontalité du plan. La plaque sera munie d'une vingtaine de douilles à griffes de 6mm destinées à recevoir différents systèmes de bridage.

La pose de l'étagère a confirmé une géométrie quasi parfaite du châssis, tout juste 1mm de faux équerage sur une diagonale de presque 1m60. Pas mal pour des soudeurs amateurs, non ?

Je commence à ressentir une certaine lassitude, le besoin de faire une pause ou du moins de ralentir le rythme. Il faut savoir calmer ses ardeurs et consacrer son temps à des tâches plus courantes !

Encore un petit effort pour mettre au point la transmission X, remonter définitivement la table et les quelques bricoles restantes pour enfin laisser place aux essais.



Châssis et mécanique enfin terminés !

Les premiers tests

Un dernier contrôle manuel des transmissions avant blocage des accouplements et connexion des moteurs à l'interface de puissance pour s'assurer du bon fonctionnement de la mécanique. Les butées n'étant pas encore installées cette opération se fait axe par axe et avec beaucoup de précaution. Bonne nouvelle : aucun bruit suspect et les vis à billes tournent rond, j'en profite pour les lubrifier.

Les finitions



De part et d'autre du moteur des X sont installés l'arrêt d'urgence, la mise en route de la broche et celle de l'aspirateur. Quatre poignées de tiroir donneront un aspect « rack » à l'ensemble et feront office de protection. Trois emplacements vacants sont déjà repérés sur la face interne des plaques alu pour de futures évolutions.

Une chute de lino gris convient très bien pour préserver l'étagère des salissures.

20 août : Voici en gros ce qu'il me reste à faire avant de procéder aux premiers essais d'usinage :

- Installer les chaînes
- Installer les contacts de butées
- Câbler les moteurs, les contacts, l'ATU et les interrupteurs
- Régler la planéité de la table au comparateur

Par précaution, les premières tentatives d'usinage s'effectueront sur une matière très tendre (type dépron) avec une vitesse de broche inférieure à 20.000 tr/mn et une vitesse d'avance maximale de 10 mm/s.

Et ceci sera la dernière phase de mise au point :

- Placer les déflecteurs anti-poussière sur le pourtour du plateau et devant la broche (sa turbine provoque des turbulences qui ont tendance à disperser les copeaux)
- Aménager l'espace pour recevoir l'informatique et l'interface de commande/puissance
- Installer le système d'aspiration
- Réfléchir sur le mode de bridage des pièces

Pour info j'en suis à ce jour à 1300 euros d'achats en comptant toutes les fournitures, hors matériel acquis précédemment bien entendu. Nous dirons que nous sommes encore dans le domaine du raisonnable pour une telle machine.

Attendons maintenant de recevoir les chaînes pour s'attaquer au câblage et profitons-en pour faire une pause bien méritée, j'en ai besoin !

Reprise des activités

Les chaînes sont arrivées, moins de quinze jours après avoir passé commande... en Chine ! De taille confortable, elles paraissent très solides et le plastique qui les compose n'est pas du tout cassant.

Après bien des réflexions et des recherches sur la toile quant à leur mise en œuvre je jette mon dévolu sur la solution suivante : riveter des cornières alu derrière la poutre du portique et sur un côté du châssis pour y boulonner les extrémités fixes des chaînes et disposer ainsi d'un support où viendront courir les câbles.

Les points mobiles seront maintenus par des plaques formées sur chacun des deux chariots, celle de l'axe Y intégrant par la même occasion l'encastrement de la connectique (prise moteur Z, prises butées et alimentation de la broche).

30 août : fin de l'été et mes activités professionnelles ont repris depuis quelques jours ce qui me contraint à avancer à doses homéopathiques sur la construction mais les opérations lourdes sont terminées et la partie électrique peut se faire au coup par coup.

Le câblage traverse un des flancs du portique mais je dois reconnaître que ça passe juste, j'avais un peu oublié ce point lors de l'étude.

Le contact de butée Z est encastré dans la partie supérieure du chariot Y, les quatre autres sont montés sur des platines réglables fabriquées sur mesure. Une dernière platine porte-prises est rivetée derrière le fronton, ainsi tout sera bien organisé, repéré et facilement démontable.

Un cordon secteur récupéré d'un aspirateur fait très bien l'affaire pour l'alimentation de la broche, il est suffisamment long et souple car prévu pour être enroulé. Du câble pour réseau informatique (ou téléphonique) suffit pour les divers contacts. Les moteurs pas à pas quant à eux nécessitent du 4x0.5mm² pour ne pas causer de pertes de courant étant donné la longueur.

L'organisation et la fixation des câbles, le sertissage des prises (avec petit point de soudure par sécurité) est une opération longue et minutieuse, il faut prendre son temps pour obtenir un résultat propre et facile à entretenir.

1er septembre : déjà deux mois et le câblage est terminé. Je procède aux premiers tests et après quelques tâtonnements les réglages mécaniques et logiciels sont corrects, la mise à l'origine fonctionne parfaitement et une simulation d'usinage valide les paramètres.

Je ne m'étendrai pas sur la suite qui ne concerne que des mises au point mais reviendrai certainement sur le sujet pour parler de mes premières productions.

A suivre...

Quelques détails techniques

La machine reçoit l'équipement standard de toute fraiseuse CNC, je ne parlerai ici que des points qui méritent de s'y intéresser :

Les axes X et Y sont munis de deux contacts de fin de course, le premier en tant que butée pour « l'origine machine », l'autre interdisant tout dépassement de capacité. Il vient en complément des paramètres de limitation de déplacement du logiciel car une erreur de paramétrage ou un bug peuvent toujours survenir et causer de gros dégâts. Ne disposant pas d'entrée disponible sur mon interface ces deux switchs sont connecté en série sur l'ATU. Ceci impose toutefois de câbler en parallèle un poussoir de libération mais ce n'est qu'un détail en regard du gain de sécurité. Sécurité toutefois relative car si la machine est à pleine vitesse son inertie aura raison du contact !

Les vis à billes sont au pas de 5mm et mon interface est limitée à 20kHz, donc :

- les axes X et Y fonctionneront au 1/8 de pas et la résolution sera de 0.00313mm ($\approx 3\mu\text{m}$) pour une vitesse maxi de 60mm/s (3600mm/mn)
- l'axe Z fonctionnera au 1/16 de pas et la résolution sera de 0.00156mm ($\approx 1,5\mu\text{m}$) pour une vitesse maxi de 20mm/s (1200mm/mn)

L'alimentation de puissance reste la même soit 24V sous 15A. Monter à 48v ne me servirait à rien car vu que la fréquence maximale dont je dispose est de 20kHz je suis de toute façon limité en vitesse de rotation, sauf si je diminuais la résolution mais cela serait absurde. Quoi qu'il en soit, 60mm/s est amplement suffisant pour une machine de cette taille.

Bien que les moteurs puissent supporter 3 ampères, le courant sera limité à 2 ampères quitte à l'augmenter par la suite si nécessaire. Par expérience je me suis rendu compte que trop de courant faisait chauffer les moteurs et les rendait bruyants. A partir du moment où le couple nécessaire est atteint il est inutile de les suralimenter.

Les éléments périphériques (moteurs, contacts, etc.) sont montés sur des prises ce qui facilite grandement l'installation et la maintenance. Les câbles courent le long du châssis, maintenus par des plots adhésifs et des colliers nylon.

Des idées pour de futurs équipements

Le bridage : La construction d'une table à dépression est envisagée, du moins pour les matériaux légers et tendres et sur une surface ne dépassant pas la moitié de la table d'usinage.

L'aspiration : J'avais déjà tenté l'installation d'un tube d'aspiration sur le support de broche mais sans succès. En fait l'aspiration doit être canalisée par une brosse en forme de cloche.

La lubrification : Un bac, une pompe, il faut au moins que j'essaie pour me sortir cette idée de la tête ! Usiner l'aluminium à sec n'est pas très académique, ça chauffe beaucoup et surtout ça pulvérise des paillons dans tous les sens.

La protection mécanique : Il est parait-il possible de fabriquer soi-même des soufflets anti-poussière car les faire réaliser sur mesure n'est pas financièrement raisonnable. A étudier...

Et si c'était à refaire ?

Ce genre de projet est unique et il est peu probable de le reproduire un jour, mais si cela était le cas je modifierais radicalement certains points à savoir :

- Opter pour des rails non supportés bien plus simples à mettre en œuvre tant pour leur installation que pour leurs curseurs qui supportent la même charge quel que soit l'axe de pression.
- Choisir un plus faible diamètre pour la vis à bille de l'axe Z. En effet, 16mm sur une longueur aussi faible est beaucoup plus difficile à aligner sans générer de points durs.
- Protéger des copeaux les rails des X en les positionnant sous la table d'usinage.
- Elargir la machine que quelques centimètres pour réserver le logement de soufflets anti-poussière.

Conclusion

Si vous aussi décidez de construire une telle machine, sachez que vous devrez disposer d'un minimum d'outillage mais aussi d'un maximum de patience ! Pas évident du tout à concevoir, à fabriquer et à régler sauf peut-être si vous partez d'un plan déjà établi. L'investissement est conséquent et il ne faut pas se loupier. Côté technique l'idéal est de pouvoir d'abord se faire la main sur une CNC plus classique, sinon le web est une mine d'informations qu'il ne faut pas hésiter à consulter.

Pour être honnête, si j'avais pris conscience de tous les problèmes qui m'attendaient je ne sais pas si j'aurais tenté cette expérience. D'un autre côté et pour un tas de bonnes raisons je ne regrette pas du tout mon choix !

Bon courage à tous !

Phil, alias le Doc...

La galerie photo complète de la construction est accessible ici :

<http://acam.dnsalias.com/acam/index.php?pg=212&dossier=Fraiseuse CNC du Doc&photo=1&a=24&b=36&crit=>