



## Vitesse et Avance: Trouver le Point d'Equilibre pour Usiner Bois et Plastiques.

Traduit et adapté de l'original chez [PreciseBits](#)

La première question que la plupart des gens posent lors de l'utilisation d'outils au carbure pour couper du bois (et autres matériaux tendres) pour la première fois est: « *Quelles sont les meilleures vitesses d'avance et de rotation* ». Ce qu'ils veulent réellement savoir est: « *Jusqu'à quelle vitesse je peux aller sans casser d'outil? Quelles sont les conditions optimum de coupe avec mon équipement?* ». La vraie question est « *Comment trouver le point d'équilibre pour usiner bois et plastiques?* ». Si vous travaillez principalement le métal, dans la plupart des cas, le processus de sélection de la vitesse de rotation (tours/minute de la broche) et de la vitesse d'avance (vitesse de déplacement de la fraise dans le matériau), est relativement simple. Si vous travaillez du bois, où des matières plastiques, le monde n'est pas aussi gentil avec vous... Toutefois, il est possible d'arriver à une combinaison optimale de vitesse d'avance et tours/minute, pour trouver le point d'équilibre pour usiner bois et plastique, de manière fiable et reproductible, sans trop se prendre la tête.

La discussion qui suit suppose que:

- **VITESSE** réfère toujours à la vitesse de rotation de la broche en t/mn.
- **AVANCE** réfère toujours à la vitesse à laquelle l'outil se déplace dans le matériau travaillé (en mm/min).
- Vous avez mesuré le backlash sur les axes X et Y de votre fraiseuse CNC et ils sont tous deux inférieurs à 0.025 mm (1/4 de 1/10 de mm)

Dans n'importe quel matériau, les performances et la longévité de l'outil sont principalement influencés par:

- Densité et abrasivité du matériau
- Homogénéité (Densité et propriétés de découpe constantes d'un point à un autre)
- Pente d'avance (accélération et décélération)
- Avance
- Vitesse de rotation de la broche

### **Préparation du système.**

- Nettoyez le récepteur de collet sur la broche, et le collet lui-même, avec ColletCare
- Mesurez l'excentricité (faux rond) du collet que vous allez utiliser pour le test. (Mesuré aussi bas que possible sur le blanc d'étalonnage)
- Utilisez l'interface de votre contrôleur logiciel pour établir l'accélération sur chaque axe. (Une

- accélération excessive peut casser l'outil prématurément)
- [Déterminez le nombre de tours/minute maximum](#) que vous pouvez utiliser pour couper le matériau testé avec cet outil
  - Enregistrez cette donnée pour utilisation future

## Vitesse et Avance spécifiques à certains matériaux

Sur les dernières 20+ années, nous avons collecté BEAUCOUP de données sur des matériaux spécifiques. Vous pouvez trouver cette information sur:

- [Nacre](#)
- FR-4 / G10
  - [Perçage](#)
  - [Fraisage](#)

## Avance et Vitesse



Nous considérons Avance et Vitesse ensemble (Feed & Speed) parce que, dans le cas de la coupe de matériaux tendres comme bois et plastiques, c'est leur combinaison en un seul paramètre, la **taille du copeaux enlevée (chip load)** qui a le plus d'importance. Comme le nom le suggère, il s'agit de la quantité de matériau enlevée par la coupe de chaque spirale à chaque tour. Une autre manière de voir est jusqu'à quelle distance l'outil mord dans le matériau à chaque tour complet.

Lorsque le chip load augmente, ( plus grosse « morsure » par tour), la pression transversale sur l'outil augmente. Clairement, il est important de garder cet effort, résultat de cette pression, en dessous du point de rupture de l'outil. De l'autre côté, si la taille des copeaux enlevés est toute petite, il n'y a pas beaucoup de matériau coupé, et donc rien pour éliminer la chaleur des arêtes tranchantes de l'outil. En-dessous d'une certaine limite, l'outil devient trop chaud, et l'abrasion émousse les arêtes, rendant la fraise inutilisable. Dans le cas de l'usinage de thermoplastiques, des avances trop lentes conduisent aussi inévitablement à des spirales de copeaux fondant ensemble, ce qui peut boucher les spirales et amener la casse de l'outil. Habituellement le point de rupture est précédé par les copeaux fondants et s'amalgamant à la coupe faite au fur et à mesure que l'outil avance.

Il y a un autre aspect du chip load souvent négligé: alors que l'outil tourne et commence à couper le matériau, le matériau « coule » sur les surfaces internes et externes des spirales coupantes. Si le

« flux » est trop rapide sur la surface externe (faible chip load), les bords tranchants vont s'émousser par abrasion. Si le « flux » de matériau est trop élevé sur les surfaces internes (chip load élevé), les débris coupés ne peuvent être évacués suffisamment rapidement. Avec aucune place où aller, le matériau comble la spirale, et l'outil casse. Lorsque les flux internes et externes sur les spirales sont équilibrés, l'érosion sur les bords tranchants reste symétrique et l'outil reste aiguisé plus longtemps. C'est ce que nous appelons le « Point d'Équilibre ». Cette combinaison quasi mystique de Vitesse et d'Avance est exactement ce que nous essayons de trouver!

La stratégie que nous allons employer est plutôt simplette. En utilisant la [VITESSE déterminée ci-dessus](#), nous allons faire une série de coupes en augmentant graduellement l'AVANCE, et examiner les copeaux et l'entaille produite à chaque étape, pour trouver le point d'équilibre. Les caractéristiques du point d'équilibre pour bois et plastiques ont un certain nombre de points communs:

- Si votre AVANCE est trop lente pour la VITESSE (de la broche), le chip load est trop faible. Dans la plupart des bois, les copeaux seront une fine poussière qui va combler fermement la découpe, et devra être retirée à la main. Vous pourrez aussi peut-être apercevoir des traces de brûlures là où l'outil change de direction. Dans du thermoplastique, c'est la zone dans laquelle les copeaux sont si chauds qu'ils fondent ensemble et se soudent à la pièce travaillée, pratiquement ruinant le travail. Il y a aussi une TRÈS forte probabilité de casser l'outil.

*Les flancs de l'entaille vont probablement faire apparaître un nombre importants de marques de coupe (si vous arrivez à enlever les débris)*

- Si votre combinaison de VITESSE et d'AVANCE est correcte, les copeaux de bois et de plastique vous sortiront comme des spirales bien formées avec très peu ou pas du tout d'amoncellement dans l'entaille. Vous devriez être capable de souffler les débris avec de l'air à basse pression.

*Les flancs de l'entaille et les bords supérieurs devraient être assez lisses montrant seulement des marques d'outils mineures.*

- Si votre AVANCE est trop rapide pour la VITESSE de la broche, résultant en un chip load trop élevé pour que votre outils puisse s'en accommoder, l'outil va commencer à vibrer du fait que les spirales se remplissent de copeaux plus vite qu'elles ne peuvent les évacuer. Vous pouvez habituellement observer cela un bon moment avant que les forces latérales cassent l'outil.

*Les flancs et les bords supérieurs de l'entaille vont commencer à montrer des marques de vibrations importantes. Dans le cas de plastique cassant, vous pouvez aussi voir le matériau se fissurer depuis les bords supérieurs.*

Pour être certains de choisir un point de départ sûr, nous utilisons quelques règles de base pour définir la profondeur de la coupe, l'AVANCE et l'incrémentation d'avance. Dans la liste ci-dessous, **D** est le diamètre de l'outil testé.

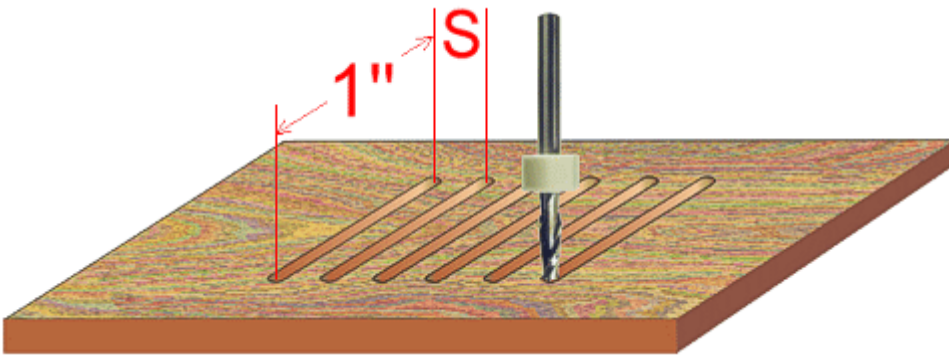
- **Profondeur de Coupe (Z)**

- Bois tendres comme pin ou sapin ([Janka](#) < 1 000):  $Z = 2 \times D$
- Bois durs comme bouleau, cerisier, érable ou bois de rose ( $1\ 000 < \text{Janka} < 2\ 500$ ):  $Z = 1 \times D$
- Bois extrêmement durs comme l'ébène et ipé ( $2\ 500 < \text{Janka} < 5\ 000$ ):  $Z = 0,5 \times D$
- Thermoplastiques tels que PVC, ABS, acrylique et polycarbonate:  $Z = 1 \times D$
- **Avance Initiale (F pour Feed Rate)** *Le but ici est de commencer avec une avance*

*juste en-dessous du point d'équilibre de manière à ce que vous puissiez facilement voir la transition lorsque les copeaux changent d'une fine poudre agglomérée (où fondue) dans l'entaille, vers des copeaux bien formés facilement enlevés avec de l'air basse pression. Certes, ceci peut s'avérer difficile avec des outils de petit diamètre ( $D < 0.8\text{mm}$ ), mais, lorsque vous toucherez le point d'équilibre, vous verrez plus de matériau complètement enlevé de l'intérieur de l'entaille se déposer sur le dessus du matériau que vous travaillez.*

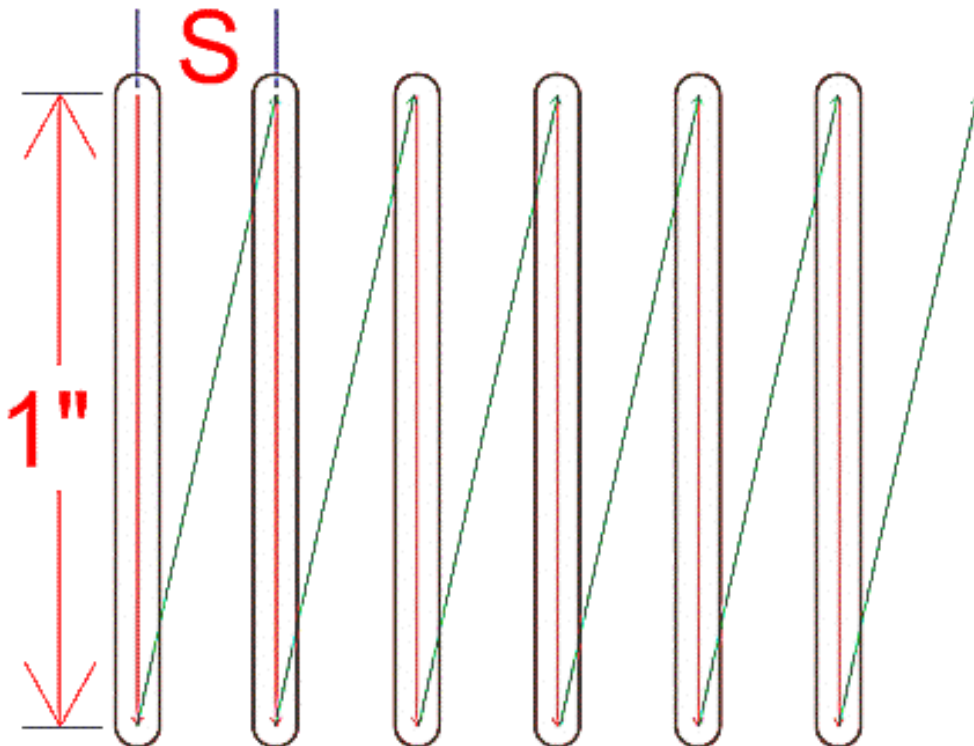
- Bois tendres comme pin où sapin:  $F = 0,02 \times D \times \text{Nb spirales} \times \text{VITESSE}$  ( tours/minute) (2% de chip load par spirale)
  - Bois durs comme bouleau, cerisier, érable ou bois de rose:  $F = 0.01 \times D \times \text{Nb spirales} \times T/\text{mn}$  (1% de chip load par spirale)
  - Bois extrêmement durs comme l'ébène et ipé :  $F = 0.01 \times D \times \text{Nb spirales} \times T/\text{mn}$  (1% de chip load par spirale)
  - Composites comme le [G10](#), papier phénolique ou fibre de carbone:  $F = 0,07 \times D \times \text{Nb spirales} \times T/\text{mn}$  (0.7% chip load par spirale)
  - Thermoplastiques tels que PVC, ABS, acrylique et polycarbonate:  $F = 0,03 \times D \times \text{Nb spirales} \times T/\text{mn}$  ( 3% de chip load par spirale)
- **Incrémentation de l'avance ( $\Delta F$  Delta F)** *Dans certains matériaux comme le pin, vous pouvez augmenter plus fortement la valeur d'incrémentation, parce que la transition vers la coupe au point d'équilibre est très graduelle, et il y a une certaine latitude dans la sélection de l'avance optimum. Dans d'autres matériaux, comme le G10 où la fibre de carbone, la transition est plus franche et la détermination du point d'équilibre bénéficiera d'un  $\Delta F$  plus petit.*
- Bois tendres comme pin où sapin:  $\Delta F = 510$  mm/minute
  - Bois durs comme bouleau, cerisier, érable ou bois de rose :  $\Delta F = 250$  mm/min
  - Bois extrêmement durs comme l'ébène et ipé :  $\Delta F = 250$  mm/min
  - Composites comme le G10, papier phénolique ou fibre de carbone:  $\Delta F = 130$  mm/min
  - Thermoplastiques tels que PVC, ABS, acrylique et polycarbonate:  $\Delta F = 130$  mm/min

Pour des raisons de simplicité et d'uniformité dans la collecte des données, tous nos tests seront effectués avec la profondeur de coupe spécifiée ci-dessus. Avant de crier « faute » et de souligner que la plupart des usinages «dans le monde réel» impliquent une coupe beaucoup plus profonde dans le matériau, gardez à l'esprit que notre but est de rechercher autant de combinaisons avance/vitesse que possible, **SANS** casser l'outil. En enfonçant d'une profondeur **D** dans le matériau testé, nous minimisons les efforts sur l'outil et réduisons le risque de casse. Bien sûr, en pratique, vous pouvez enfoncer plus profond, mais vous devriez garder à l'esprit que la relation entre avance et profondeur de coupe est TRÈS souvent non-linéaire. Vous pourriez trouver qu'il est bien plus rapide de faire plusieurs passes peu profondes à haute vitesse d'avance, plutôt que de faire une simple passe profonde. C'est définitivement beaucoup plus « gentil » pour votre outil et les roulements de votre broche.



Quoi qu'il en soit, pour commencer:

1. Programmez un jeu de rainures parallèles de 5 cm de long, espacées d'au moins 2 fois le diamètre (D) de l'outil que vous testez, utilisant [l'avance déterminée ci-dessus](#) comme point de départ.
2. Réglez votre broche sur la vitesse « silencieuse » déterminée plus haut aussi.



3. Schématiquement, la séquence de coupe ressemble à ceci:

Plongez l'outil de 1 Diamètre de profondeur ( profondeur de 3 mm pour un outil de diamètre 3 mm)

4. Coupez la première rainure de 5 cm
5. Amenez l'outil au-dessus du point de départ de la prochaine entaille
6. Augmentez les tours/minute de  $\Delta F$ :
  1.  $\Delta F = 125 \text{ mm/min}$  pour les outils d'un diamètre inférieur à 0,8 mm de  $\emptyset$
  2.  $\Delta F = 200 \text{ mm/min}$  pour les outils où  $0,8 < \emptyset < 3 \text{ mm}$
  3.  $\Delta F = 250 \text{ mm/min}$  pour les outils où  $\emptyset$  (diamètre)  $>$  (plus grand que ) 3 mm

4. *Note: Au fur et à mesure que vous gagnerez de l'expérience, vous sélectionnerez sans doute des valeurs de  $\Delta F$  différentes pour déterminer plus précisément la meilleure AVANCE s'accordant à votre VITESSE. Nous faisons typiquement un test avec un  $\Delta F$  assez grand pour isoler le voisinage général du point d'équilibre, ensuite nous fixons un  $\Delta F$  inférieur pour nous rapprocher du meilleur point de fonctionnement.*
7. Coupez la seconde entaille
8. Amenez l'outil au-dessus du point de départ de la prochaine entaille
9. Augmentez à nouveau les tours/minute de  $\Delta F$
10. Continuez de la même manière jusqu'à ce que l'une de 2 choses arrivent:
  1. *La qualité de la coupe commence à se détériorer de manière significative*
  2. *L'outil casse*
11. Quel que soit ce qui arrive, arrêtez le test et enregistrez l'avance maximum atteinte ( $F_{max}$ ) lorsque l'outil commence à faillir.
12. Multipliez  $F_{max}$  par 0.75 pour obtenir le point d'équilibre pour ces conditions de coupe
13. Enregistrez l'information du point d'équilibre dans votre journal d'atelier, avec le matériau, les spécifications de l'outil, la profondeur de coupe, t/mn et vitesse d'avance optimale

*Note du traducteur: Il est clair qu'enregistrer soigneusement les informations obtenues lors de ces tests vous sera très utile par la suite. Cela prend du temps, mais en vaut largement la peine. Ces tests peuvent être faits manuellement, en modifiant la vitesse de la broche pour chaque entaille. Cependant, ils montrent aussi l'importance de pouvoir piloter la vitesse de rotation de la broche (t/mn) par le GCode précisément. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet. Si vous pouvez utiliser cette fonctionnalité dès maintenant, vous gagnerez pas mal de temps lors de ces tests systématiques.*

Dans beaucoup de matériaux, vous remarquerez une réduction évidente de la qualité de la coupe lorsque l'avance devient trop rapide. Ceci arrive à cause du chip load (quantité de matériau coupé par chaque spirale) commençant à dépasser l'espace disponible entre chaque spirale, provoquant l'amalgame des copeaux à l'intérieur interférant avec l'action de coupe.

Regardez si vous voyez:

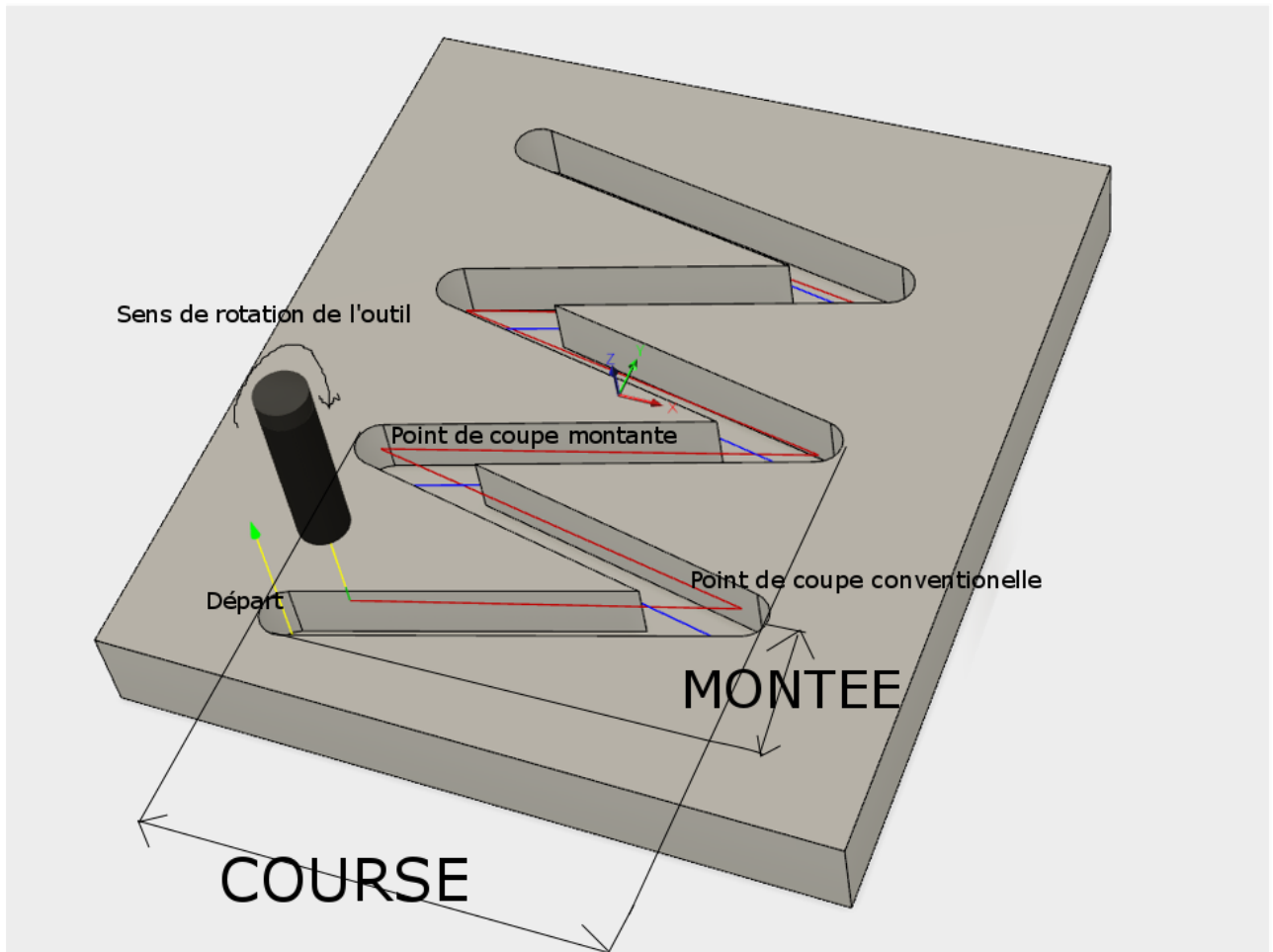
- Éclats / éraflures le long du bord supérieur
- Marques d'outils irrégulières, principalement du côté montant de la coupe
- Fissures sur les angles supérieurs de plastiques durs
- Une déflexion importante et une pointe « baladeuse » (ressemble parfois à une onde sinusoïdale peu profonde dans de longues sections droites)

En faisant plusieurs de ces tests, vous remarquerez que la combinaison optimale de vitesse et avance est **BEAUCOUP** plus proche du point de rupture de l'outil que du point où l'avance est si lente que la friction de l'outil en rotation commence à brûler le matériau (où fondre pour les thermoplastiques). La bonne nouvelle est que, lorsque vous aurez fait cela plusieurs fois avec des diamètres différents et une variété de matériaux, vous serez capable d'estimer approximativement le point d'équilibre (ou au minimum un bon point de départ) pour virtuellement n'importe quelle autre combinaison outil/matériau. Mais c'est le sujet d'un autre tutoriel.

*Note: Si vous testez des matériaux très durs où cassants (comme de la nacre, où des métaux non ferreux), commencez avec une avance initiale résultant en un chip load d'un total de moins de 2%. Si vous testez un thermoplastique, ou n'importe quel matériau ayant tendance à ramollir et fondre, sélectionnez une avance initiale résultant en un chip load d'un minimum de 4% pour éviter la soudure des copeaux et la casse de l'outil.*

Un de nos clients Luthier nous a fait une objection valide à la méthode de tests ci-dessus. Il fait remarquer que lever l'outil au-dessus de la pièce entre chaque coupe ne reflète pas correctement les dynamiques de coupe rencontrées dans la plupart des opérations d'usinage. Un autre problème est qu'il ignore le fait que, dans des matériaux comme le bois qui a des propriétés de coupe différentes dans différentes directions, le test ne modélise pas avec suffisamment de précision ce qui arrive dans un vrai processus de coupe de bois. Après avoir essayé un certain nombre de stratégies de coupe, nous avons trouvé qu'un simple zigzag offre une excellente combinaison de facilité de programmation, représente correctement une coupe réelle, et offre une différenciation claire entre coupe montante et conventionnelle.

Procédez comme suit:



1. Vous allez couper un simple motif de zigzag, orienté comme vous voulez par rapport au grain (s'il existe) du matériau que vous coupez.
2. La taille des COURSE et MONTÉE du motif dépend pour une grande part du diamètre de l'outil testé. Pratiquement parlant, nous n'utilisons jamais un motif avec une COURSE inférieure à 25 mm pour des outils d'un diamètre de 3 mm et moins, ni inférieure à 50 mm pour des outils de 3 à 6.4 mm de diamètre.
3. Vous allez calculer la MONTÉE en vous basant sur le diamètre de l'outil. Nous n'utilisons jamais une montée inférieure à 2 fois le diamètre de la fraise.
4. Réglez la vitesse de votre broche sur le nœud exempt de vibrations trouvé plus haut.
5. Comme point de départ, utilisez le test d'avance ci-dessus
6. Faites plonger l'outil de 1 fois le diamètre, faites le zig à droite, puis le zag de retour à gauche.
7. Augmentez les tours/minute de  $\Delta F$ :
  1.  $\Delta F = 125 \text{ mm/min}$  pour les outils d'un diamètre inférieur à 0,8 mm de  $\emptyset$
  2.  $\Delta F = 200 \text{ mm/min}$  pour les outils où  $0,8 < \emptyset < 3 \text{ mm}$

3.  $\Delta F = 250 \text{ mm/min}$  pour les outils où  $\emptyset$  (diamètre) > (plus grand que ) 3 mm
4. Note: Au fur et à mesure que vous gagnerez de l'expérience, vous sélectionnerez sans doute des valeurs de  $\Delta F$  différentes pour déterminer plus précisément la meilleure AVANCE s'accordant à votre VITESSE. Nous faisons typiquement un test avec un  $\Delta F$  assez grand pour isoler le voisinage général du point d'équilibre, ensuite nous fixons un  $\Delta F$  inférieur pour nous rapprocher du meilleur point de fonctionnement.
8. Coupez le zigzag suivant
9. Augmentez à nouveau les tours/minute de  $\Delta F$
10. Continuez de la même manière jusqu'à ce que l'une de 2 choses arrivent:
  1. La qualité de la coupe commence à se détériorer de manière significative
  2. L'outil casse
11. Quel que soit ce qui arrive, arrêtez le test et enregistrez l'avance maximum atteinte ( $F_{\max}$ ) lorsque l'outil commence à faillir.
12. Multipliez  $F_{\max}$  par 0.75 pour obtenir le point d'équilibre pour ces conditions de coupe
13. Enregistrez l'information du point d'équilibre dans votre journal d'atelier, avec le matériau, les spécifications de l'outil, la profondeur de coupe, t/mn et vitesse d'avance optimale

La beauté de cette méthode réside dans le fait qu'elle modélise plus précisément les modes de coupe normaux en laissant les spirales dans le matériau. Ceci prend mieux en compte la chaleur qui monte pendant que du matériau est enlevé, et reproduit plusieurs des divers efforts subis par l'outil pendant des opérations normales. Une valeur ajoutée est que le motif en zigzag isole les effets de la coupe montante autour d'un angle aigu (coté gauche) des effets de la coupe conventionnelle (coté droit). Nous reviendrons plus en détails sur ce sujet dans des tutoriels futurs, où les conditions de ces angles aigus donnent une indication non ambigu du point d'équilibre.

[product\_categories ids= »310″ parent= »0″]



## [Sélectionner une vitesse de broche appropriée \(T/Mn\)](#)

Traduit et adapté de l'original chez [PreciseBits](#)

Sélectionner une vitesse de broche appropriée (T/Mn), correcte, à utiliser pour couper n'importe quel matériau avec un outil rotatif, a toujours été une sorte de challenge. Même avec l'arrivée de grandes bases de données de référence sur les matériaux, et des outils exceptionnels comme le [GWizard Calculator](#) de CNCCookBook.com, essayer de se fixer sur "le meilleur" nombre de tours/minute pour une combinaison particulière d'outil et de matériau peut être décourageant. C'est particulièrement vrai de matériaux comme bois et plastiques où il y a une telle variation des



propriétés de coupe d'une série à l'autre qu'aucun paramètre pratique comme "Surface de coupe par minute" ne peut être déterminé de manière fiable. Néanmoins, il existe quelques techniques que vous pouvez utiliser pour arriver à une vitesse de broche utilisable, peu importe ce que vous coupez.

Au bon vieux temps, à l'époque des tout débuts du Rock 'n Roll, les broches utilisées sur les fraiseuses CNC pouvaient être supposées avoir été construites à des normes rigoureuses en utilisant des composants de haute qualité. Depuis que des systèmes compacts, aux prix attractifs, ont commencé à proliférer, la situation a changée de manière spectaculaire. Pour garder les coûts bas, la plupart des fabricants de ces machines "de bureau" ont adopté comme broches des défonceuses de qualité non professionnelle. Construites avec des tolérances plus élevées et des matériaux moins cher, les défonceuses introduisent un certain nombre de problèmes qu'il faut régler avant de fixer les tours/minute.

### **Vous appelez ça concentrique?**

Une des premières choses apparue lorsque les possesseurs de fraiseuses CNC à portique à bas prix ont commencé à utiliser des micro-fraises était que les écrous et collets fournis par les fabricants de la défonceuse n'étaient simplement pas assez précis pour la tâche à accomplir. Avec un faux-rond élevé, souvent accompagné d'une force de serrage insuffisante, beaucoup de ces collets furent trouvés franchement dangereux à utiliser. Couplé avec la nécessité fréquente d'utiliser des réducteurs de pinces également imprécis pour accueillir des outils à plus petits tige, on a fini par avoir une situation qui était excellente pour les fabricants d'outils en carbure, mais pas si bonne pour l'utilisateur final.

La plupart des systèmes ne pouvaient pas utiliser avec succès des outils ayant des diamètres de coupe inférieurs à 0,8 mm (1/32 po), ce qui a pratiquement éliminé leur utilisation pour l'usinage de précision, la fabrication de bijoux et la fabrication de circuits imprimés (PCB). Ce problème a été résolu en grande partie en 2008 avec l'introduction de PreciseBits "Precision Nut & Collet Systems" et l'arrivée des broches à prix abordables avec VFD en 2010.

### **Lisse comme la soie**

Tout système rotatif a des vitesses où la vibration est au minimum (points nodaux) et des vitesses où la vibration est plus prononcée, parfois violemment (appelés points de résonance, comme les pneus de voiture non équilibrés à grande vitesse). Dans certains cas la différence entre ces points est audible, mais, sur des systèmes broche/collet/écrou/fraise bien conçus, la différence est le plus souvent uniquement tactile (Vous devez la sentir pour la détecter). Pour améliorer la finition de surface, minimiser l'usure des roulements, réduire le niveau de bruit et préserver la durée de vie de vos outils de coupe, c'est une TRES bonne idée de TOUJOURS opérer sur un point nodal "calme". Si vous avez l'habitude d'acheter des outils de bonne qualité (comme les nôtres), trouver les points nodaux est habituellement plutôt simple. D'un autre côté, si vous préférez utiliser des outils low-cost (c.a.d. 4 Fraises à 19,80 €), cela peut bien se révéler impossible. Voici ce que vous devriez faire:

- Installer l'outil à tester dans votre collet et assurez-vous que l'écrou est serré correctement.
- Levez l'axe des Z pour être certain que l'outil tourne librement dans l'air
- Attrapez la partie supérieure de la broche d'une main.
- Avec la fraise "coupant" de l'air, démarrez le moteur à sa plus haute VITESSE (Max T/Mn)
- En supposant que la broche a une vitesse variable, réduisez la VITESSE jusqu'à ce que vous trouviez le premier endroit « silencieux » (N'oubliez pas que vous écoutez avec votre main et non vos oreilles).
- Enregistrez cette VITESSE dans votre journal d'atelier.

- Continuez à réduire les tours/minute jusqu'à ce que vous ayez identifié et enregistré TOUS les points nodaux pour cette combinaison fraise/collet sur la totalité de la plage de VITESSE de votre broche

Ne soyez pas inquiet si vous ne pouvez pas détecter de variation en "sentant" votre broche lorsque vous variez la VITESSE. Cela veut simplement dire que les points de résonance sont tellement éliminés qu'ils n'auront aucun effet sur la vie de vos outils ou la qualité de leur fonctionnement. C'est une bonne idée de répéter ce test périodiquement parce que l'apparence soudaine de vibrations à l'importe quelle nombre de tours/minute peut signaler que vos roulements commencent à s'user et peuvent avoir besoin d'être remplacés.

De façon générale, si vous coupez du bois ( tendre ou dur) avec un outil d'un diamètre égal ou inférieur à 3,5 mm, vous pouvez utiliser votre broche à sa vitesse maximale (en supposant qu'elle ne vibre pas à cette vitesse)

## Couper du Métal



Grâce aux efforts de l'ASTM (American Society for Testing and Materials) et divers autres agences, trouver une bonne vitesse pour couper la plupart des métaux est plutôt facile. Avec l'exception de quelques alliages exotiques, tout ce que vous avez à faire est:

1. Allez en ligne et trouvez les Spécifications de Surface en Pieds (Feet) par Minute (SFM) pour le métal particulier que vous utilisez  
(Par exemple, la table [SFM pour Niagara Tool](#). Veuillez noter que cela peut varier en fonction du type d'outil que vous utilisez.)
2. Multipliez le SFM par 3.82 et divisez le résultat par le diamètre de l'outil (EN POUCES! Ne cherchez pas à convertir en métrique, les tours/minute n'en ont que faire!)  
(Le nombre magique, 3.82, convertit les pieds en SFM en pouces en même temps qu'il convertit le diamètre de l'outil en circonférence)
3. Le résultat final est les T/Mn appropriés pour couper le métal avec votre outil spécifique.

Pour le dire autrement:

$$T/Mn = SFM \times 3.82 / \text{Diamètre de l'outil ( en pouces)}$$

## Couper Bois et Plastique

Le silence est d'or



Lorsque vous coupez un nouveau matériau, il est souvent difficile de dire quelle VITESSE vous devez utiliser. C'est particulièrement vrai pour des matériaux comme le bois qui change de lot en lot et les thermoplastiques où il peut y avoir des différences significatives entre les produits moulés et extrudés. Heureusement, dans de nombreux cas, l'outil de coupe vous dira qu'il est malheureux. Juste comme un chiot affamé, il pleurnichera et criera si vous essayez de le faire tourner trop vite pour le matériau coupé.

**Note:** Généralement, vous n'entendrez AUCUN "grincement" d'un outil d'un diamètre de 3,5 mm ou moins. Ainsi, vous pouvez à peu près ignorer cette étape si vous utilisez des micro-fraises, qui sont parfaitement contente de travailler à presque tous les tours/minute auxquels votre broche est capable de tourner.

Une méthode simple pour trouver la meilleure VITESSE maximale est:

1. Chargez l'outil que vous allez tester dans votre collet et assurez-vous que l'écrou est correctement serré.
2. Réglez la VITESSE à la vitesse de rotation nodale la plus élevée déterminée ci-dessus.
3. Calculez l'AVANCE de test :
  - Multipliez le diamètre (en cm) de l'outil (**D**) par 0,02 pour déterminer le CHIP LOAD (2% de chip load)
  - Multipliez le CHIP LOAD par le nombre de cannelures/spirales (**S**) sur l'outil testé pour

déterminer le CHIP LOAD TOTAL

- Multipliez le CHIP LOAD TOTAL par la VITESSE (T/Mn) pour calculer l'AVANCE DE TEST

- En d'autres termes: ***AVANCE DE TEST = D x 0,02 x S x Tours/minute***

*Par exemple, une bonne Avance de Test pour un outil de 6 mm avec 2 spirales, avec une vitesse de 12 500 T/Mn serait: 6 (mm) \* 0,02 x 2 (spirales) x 12 500 (t/mn) = 3 000 mm/min*

4. Programmez une coupe de 15 où 20 cm de long, 1 diamètre d'outil de profondeur en utilisant VITESSE et AVANCE tels que nous venons de les déterminer
5. Lancez le programme
6. Si l'outil grince et couine, réduisez VITESSE et AVANCE au 2ème point nodal et répétez les étapes de 3 à 6
7. Continuez à réduire VITESSE et AVANCE jusqu'à ce que le bruit fait par l'outil soit réduit. Le son de coupe peut encore être assez fort, mais ne devrait pas être une plainte aigue. Si vous ne trouvez pas une VITESSE où le bit ne grince pas, votre défonceuse / broche peut ne pas avoir une plage de VITESSE assez basse pour couper ce matériau avec cet outil. Passer à un outil de plus petit diamètre peut vous permettre de trouver une combinaison qui fonctionne.
8. En supposant que vous trouviez une VITESSE appropriée, enregistrez-la dans votre journal d'atelier avec toute autre information associée à cet outil.

C'est la VITESSE que vous utiliserez dans le [test du Point d'Équilibre](#) utilisé pour trouver le taux d'AVANCE optimale.

[product\_categories ids= »310" parent= »0"]



## [Réglage des Drivers pour Moteurs pas à pas Pololu A4988, DRV8825, DRV8824 et DRV4834.](#)

**IMPORTANT! Ces différents Drivers n'ont AUCUN réglage d'usine. Le Réglage des Drivers pour Moteurs pas à pas Pololu A4988, DRV8825, DRV8824 et DRV4834, est donc une étape obligatoire dans la réalisation de votre machine CNC.**

### **Introduction**

Sans entrer dans les détails de fonctionnement d'un moteur pas à pas, qui sont très bien décrits

dans de nombreux documents sur Internet, rappelons simplement le besoin d'envoyer des impulsions électriques de manière précise pour les piloter. Il est parfaitement possible de créer un circuit permettant de se passer du composant "Driver" (Pilote, ou Contrôleur, en Français), et de gérer directement le moteur depuis un [Arduino](#). Pourtant, utiliser un composant/circuit dédié à cette tâche rend les chose (et le câblage) beaucoup plus simple et pratique. C'est là qu'interviennent les Drivers, et plus particulièrement les drivers Pololu, particulièrement bien adaptés aux machines CNC type fraiseuse "de bureau", Imprimantes 3D et découpe à fil chaud.

Ces drivers ont tous en commun d'être destinés à piloter des moteurs pas à pas bipolaires, et la plupart des cartes pour les machines décrites plus haut sont prévues pour ces moteurs. Si vous utilisez un CNC Shield pour Arduino, il est prévu pour fonctionner avec l'un de ces drivers.

Ce qui différencie ces drivers, c'est le voltage qu'ils peuvent accepter, voltage qui va être envoyé au moteur, et le courant qu'ils peuvent délivrer (Ampérage) par phase, donc la puissance de l'impulsion électrique fournie au moteur. Il est important de faire attention à ces caractéristiques, et d'appairer au mieux moteur et driver.

## Notre choix de moteur et driver

Dans cet article, nous utilisons un moteur Nema 17, qui porte la référence 17HS19-2004S. Les caractéristiques qui nous importent ici, sont la valeur de courant par phase, la résistance par phase, et le voltage recommandé:

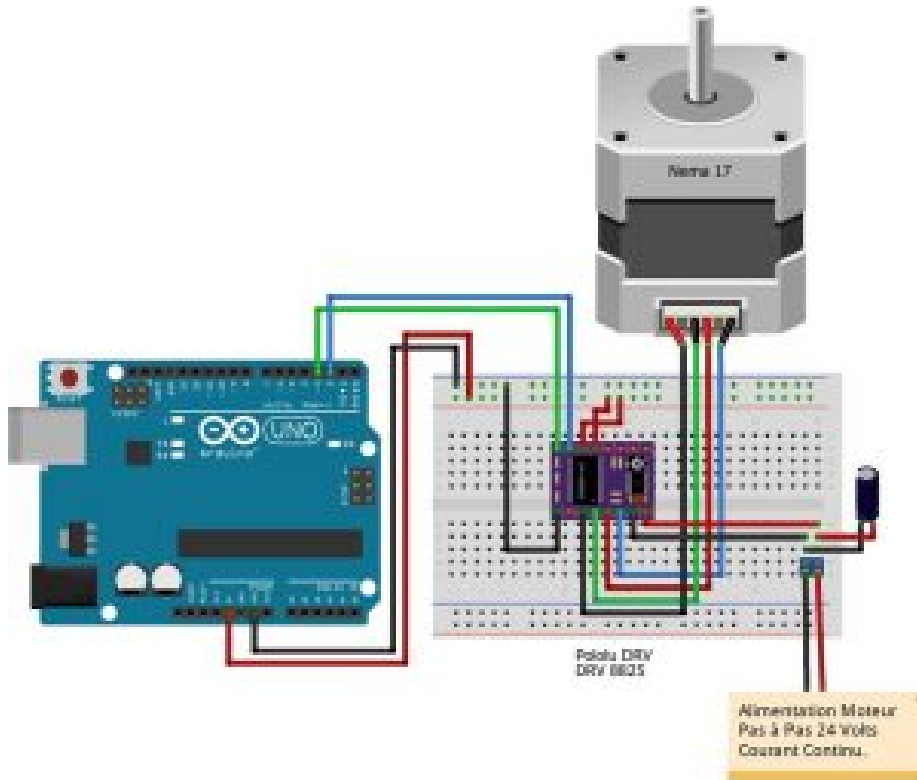
Caractéristiques Moteur	Quantité	Unités
Courant par Phase	2.0	Ampères
Résistance par Phase	1.4	Ohms
Voltage Recommandé	12-24	Volts

Le driver choisi est le Pololu DRV8825. Les caractéristiques de ce driver sont:

Caractéristiques Driver	Quantité	Unités
Courant par Phase	2.2 Max	Ampères
Voltage Recommandé	8.2 - 45	Volts

L'alimentation utilisée est de 24 Volts. On voit tout de suite qu'elle convient au driver et au moteur. On voit aussi que le driver ne va pas limiter le courant que je peux envoyer au moteur, donc je vais pouvoir en exploiter tout le couple.

## Circuit simple pour piloter le moteur pas à pas depuis l'Arduino



fritzing Pour réaliser ce circuit, installez votre driver sur la platine de test, et effectuez les divers liaisons comme indiqué.

**Attention, ne branchez pas l'alimentation moteur avant que tout ne soit installé et prêt**, y compris les branchements avec l'Arduino. Il vaut mieux aussi que le programme de test soit déjà flashé.

Sur ce schéma, les 4 fils du moteur sont identifiés B2, B1, A1, A2. Sur votre moteur, vous avez certainement des fils avec 4 couleurs différentes. Si vous pouvez trouver la documentation exacte de votre moteur, tant mieux! Pour mon moteur, j'ai la correspondance Noir = A+, Vert = A-, Rouge = B+, Bleu = B-

Si vous n'avez pas cette information, vous pouvez déterminer quels fils sont appariés sur la même phase avec votre multimètre. Si 2 fils partagent le même bobinage, vous aurez une résistance, sinon vous aurez une résistance infinie

L'image de droite correspond au schéma, implémenté sur une platine test, avec l'Arduino. Les alimentations de sont pas branchées. Celle du moteur, en 24 volts se branche sur le bornier bleu. Si vous ne connaissez pas [Fritzing](#), avec lequel ce schéma a été réalisé, et qu'il vous arrive de dessiner vos propres circuits, penchez-vous sur cet excellent logiciel [open source](#).

**Mise à jour depuis la parution de cet article:**



Je me suis rendu compte que platine d'essai sans soudures, condensateur et fils de connexion ne faisaient pas forcément partie de la trousse à outil de tous les lecteurs! [Il sera donc beaucoup plus simple d'utiliser le shield de réglage que j'ai créé dans ce but.](#) Même si vous avez par ailleurs un Shield CNC, où une carte pour imprimante 3D avec ces drivers montés, il sera bien plus facile de régler proprement votre driver en le montant tout seul sur ce shield. Le processus est simple, mais la manipulation ne l'est pas, le potentiomètre étant très sensible. Être à l'aise, avec l'espace dégagé, est un gage de réussite et de meilleur confort pour réaliser cette opération.

## Régler sur quoi?

Notre premier réglage va s'effectuer avec le moteur pas à pas débranché. Mais **la toute première chose à faire est de déterminer sur QUELLE VALEUR** je veux régler mon driver!

Pour cela, il me faut le document technique de Pololu pour mon driver spécifique. je vais donc sur [la page produit de Pololu pour le DRV8825](#), fait défiler vers le bas vers le chapitre "Current limiting", pour trouver la formule qui nous intéresse:

*Another way to set the current limit is to measure the voltage on the "ref" pin and to calculate the resulting current limit (the current sense resistors are **0.100Ω**). The ref pin voltage is accessible on a via that is circled on the bottom silkscreen of the circuit board. The current limit relates to the reference voltage as follows:*

$$\text{Current Limit} = V_{REF} \times 2$$

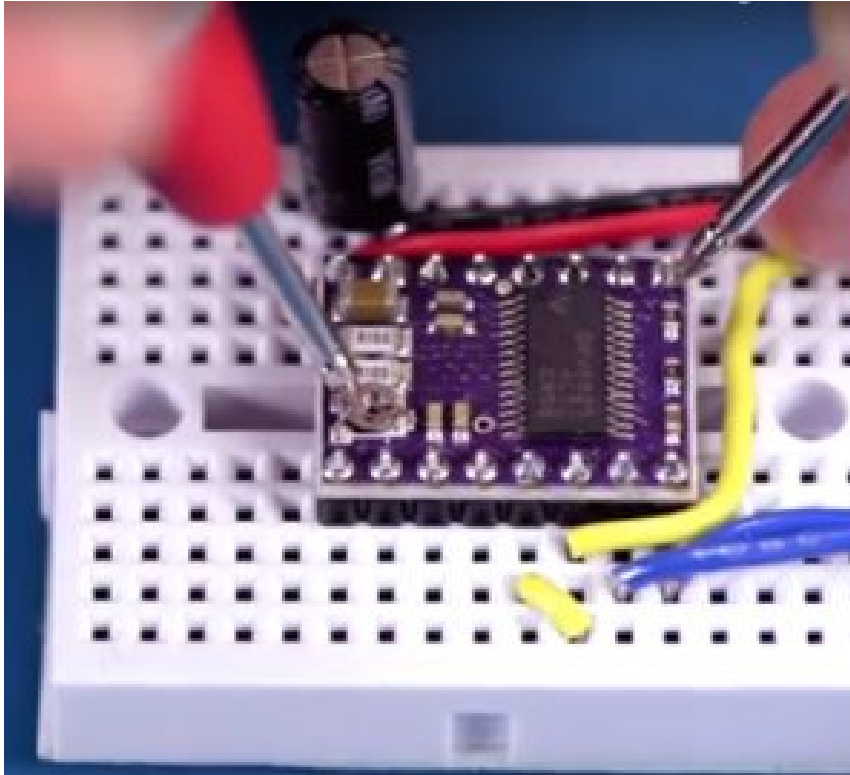
*So, for example, if you have a stepper motor rated for 1 A, you can set the current limit to 1 A by setting the reference voltage to 0.5 V.*

Encore une fois, vérifiez cette formule pour VOTRE driver. Pour un A4988, par exemple, la formule devient  $\text{Current Limit} = V_{REF} \times 2.5$ .

Comme nous l'avons vu plus haut, mon moteur est donné pour un maximum de 2 Ampères. Je

pourrais donc régler le Voltage de Référence (nous allons expliquer comment dans une minute) à 1 Volt, et je serais dans les clous. Simplement, cette valeur est une valeur Max. Pololu indique clairement qu'au-dessus de 1.5 Ampère, il est impératif de refroidir le driver, ce que j'ai l'intention de faire, mais je ne pense pas avoir besoin de tourner en permanence au maximum, d'autant que si je peux éviter de diminuer la durée de vie de mes composants, ç'est autant de gagné. Je vais donc régler le Voltage sur 0.900 Volts, de manière à être réglé sur 1.8 Amps.

## Comment Régler?



Si vous le pouvez, le mieux est de clipper votre petit tournevis avec une pince alligator branchée sur le plus de votre multimètre. Faites toucher la sonde coté moins du multimètre avec la broche neutre/moins du Pololu, et mettez la pointe du tournevis sur le potentiomètre. De cette manière, vous pouvez modifier le réglage en même temps que vous lisez la valeur affichée sur le multimètre. Si vous ne pouvez pas équiper la sonde du multimètre d'une pince alligator, vous pouvez toucher le point VREF avec la sonde plus, et régler avec le tournevis en même temps, mais c'est plus acrobatique! Attention, de tout petits mouvements du potentiomètre sont suffisants. Même s'il semble qu'un tournevis cruciforme devrait être utilisé, vous serez plus précis avec un petit tournevis à bout plat. En fait, si vous ne pouvez pas directement tourner le potentiomètre en même temps que vous lisez le voltage sur votre multimètre, procédez par petites touches et mesurez entre chaque. C'est encore la meilleure méthode si vous n'avez pas 4 mains!

## Conclusion

Tout ceci peut paraître bien compliqué de prime abord, mais en fait, en progressant étape par étape, vous verrez rapidement qu'il n'y a rien de bien sorcier. On peut penser que monter un circuit de test pour cet usage, c'est en faire un peu trop, pourtant, cet étape de réglage des drivers pour moteurs pas à pas Pololu A4988, DRV8825, DRV8824 et DRV4834, est la meilleure manière d'isoler un



problème potentiel dans le fonctionnement de votre machine. N'oubliez pas qu'il n'y a aucun réglage d'usine. Passer par cette étape est s'assurer de la durée de vie de vos moteurs, de vos drivers, et même de celle de votre Arduino.

## Code utilisé pour les réglages et tests

```
/* Simple step test for Pololu stepper motor driver carriers
This code can be used with the A4988, DRV8825, DRV8824, and
DRV8834 Pololu stepper motor driver carriers. It sends a pulse
every 500 ms to the STEP pin of a stepper motor driver that is
connected to pin 2 and changes the direction of the stepper motor
every 50 steps by toggling pin 3. */

#define STEP_PIN 2
#define DIR_PIN 3

bool dirHigh = true;

void setup()
{
    dirHigh = true;
    digitalWrite(DIR_PIN, HIGH);
    digitalWrite(STEP_PIN, LOW);
    pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
    pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);
}

void loop()
{
    // Toggle the DIR pin to change direction.
    if (dirHigh)
    {
        dirHigh = false;
        digitalWrite(DIR_PIN, LOW);
    }
    else
    {
        dirHigh = true;
        digitalWrite(DIR_PIN, HIGH);
    }

    // Step the motor 50 times before changing direction again.
    for (int i = 0; i < 200; i++)
    {
        // Trigger the motor to take one step.
        digitalWrite(STEP_PIN, HIGH);
        delay(5);
        digitalWrite(STEP_PIN, LOW);
        delay(5);
    }
}
```

}

Quelques commentaires sur ce code:

- La boucle compte jusqu'à 200 (en fait, 199, mais en partant de zéro), avant de changer de sens. Pour un moteur faisant  $1,8^\circ$  par pas, il faut 200 pas pour un tour. Nous faisons donc effectuer une rotation complète dans un sens, avant de changer de sens.
- Pour varier la vitesse de rotation, modifiez la valeur de délais, en millisecondes. Mettez 1 pour aller plus vite, 30 pour aller lentement.
- Ce code fait faire des pas « pleins » au moteur, ni demi pas,  $1/4$  de pas ou plus. Ce n'est pas nécessaire ici.