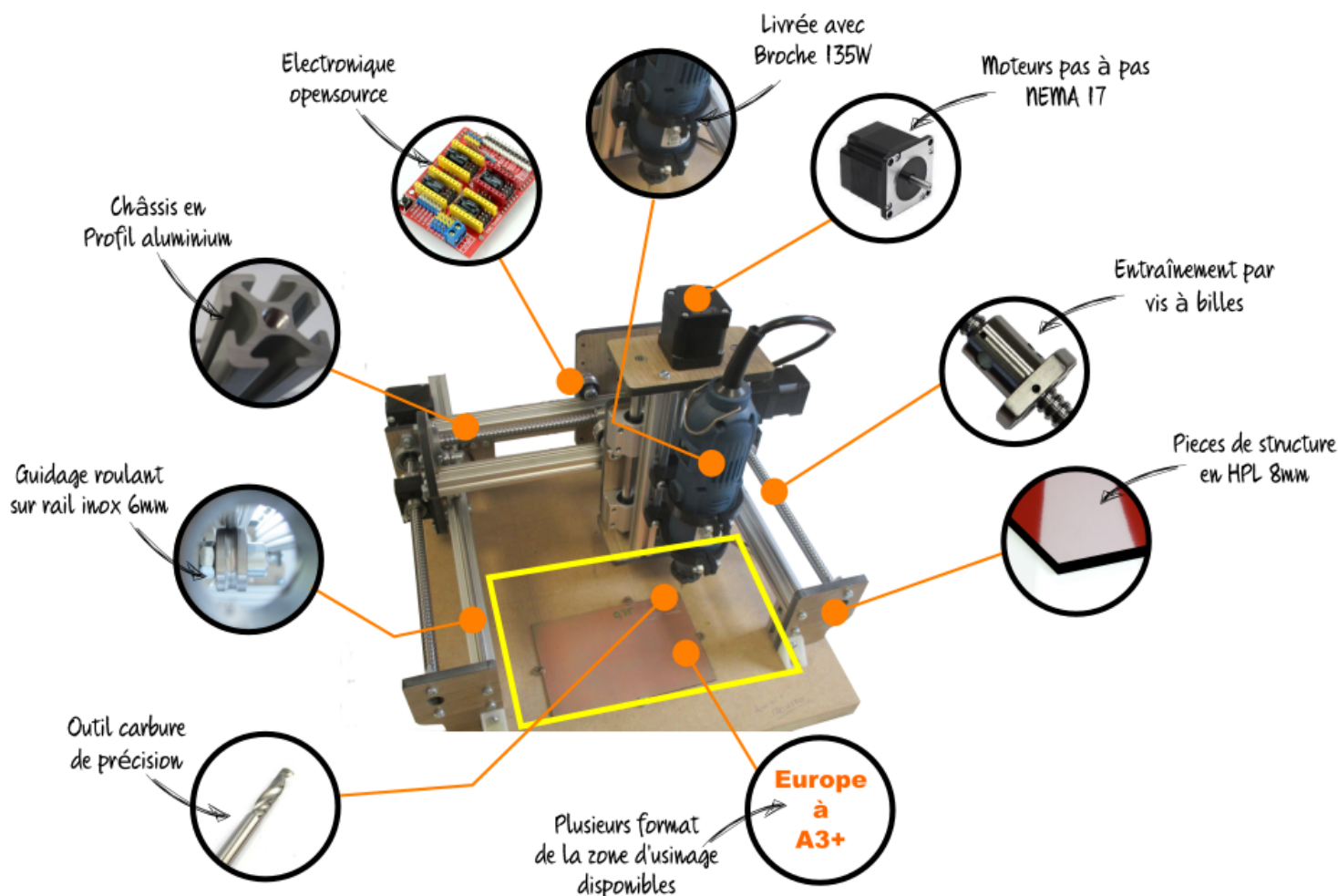


# Documentation de montage électronique de l' Open Maker Machine **PLUS** : **ARDUINO**

Par X. HINAULT – [www.mon-fablab.fr](http://www.mon-fablab.fr) – Septembre 2016 – MAJ Juin 2017 – Tous droits réservés.

## Documentation commune pour le modèles Europe, A4, A3 et A3+



L' « Open Maker Machine **PLUS** » est une machine multi-outil de bureau DIY (à fabriquer soi-même) précise et de qualité mécanique améliorée. Cette machine est une version revisitée et améliorée de l'Open Maker Machine :

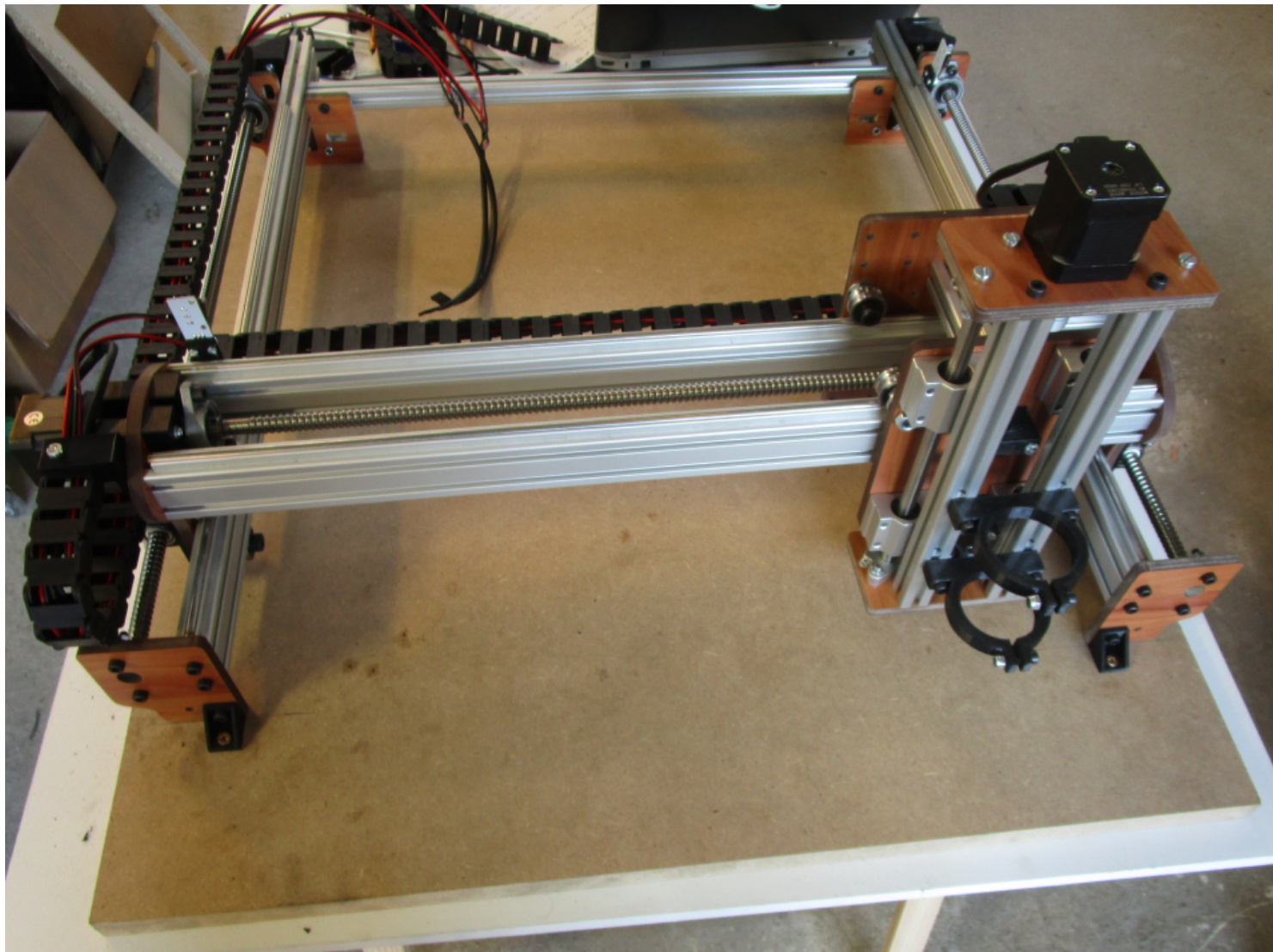
- plaques de structure en **HPL 8mm (High Pressure Laminate)** pour une excellente rigidité du châssis
- guidage par **roulement inox U roulant sur rail inox serti** dans le profilé de structure pour une longévité améliorée
- entraînement par **vis à billes de précision** pour une absence de jeu

## Table des matières

Documentation de montage électronique de l' Open Maker Machine PLUS : ARDUINO.....	1
Le point de départ.....	3
Montage de l'électronique : Vue d'ensemble.....	3
Pour comprendre.....	3
Solution 1 : Electronique Arduino + CNC Shield.....	4
Fixation de la carte Arduino.....	4
Câblage final de la carte Arduino + CNC Shield + Pololu.....	8
SOLUTION 2 : Carte Emotronic.....	20
Fixation de la carte Emotronic.....	20
Carte Emotronic : premier contact.....	24
Découvrir la carte :.....	24
Le câblage à réaliser.....	27
Câblage de la carte Emotronic.....	27
Connexion de l'alimentation principale.....	35

## Le point de départ

On présuppose ici que le montage mécanique est terminé, chaînes de guidage des câbles en place.



## Montage de l'électronique : Vue d'ensemble

Concernant l'électronique de l'Open Maker Machine PLUS, 2 options sont possibles :

- soit Arduino + CNC shield + Pololu A4988
- soit Emotronic intégrant étages Pololu

## Pour comprendre

Quelque soit la solution utilisée, certains principes sont communs et je vous conseille de bien les avoir en tête avant de commencer le câblage.

Pour comprendre la suite, l'essentiel à savoir est que :

- **chaque moteur pas à pas est contrôlé par un étage dédié**, appelé pololu A4988 ou l'une de ses variantes qui s'occupe de gérer les pas d'un moteur pas à pas bipolaire,
- **chaque étage de contrôle d'un moteur pas à pas reçoit 2 broches de contrôle** en provenance du microcontrôleur (Arduino ou Cortex ARM) :
  - une broche de **sens** (ou DIR)
  - une broche de **vitesse** (ou STEP)
- **chaque étage moteur gère les pas automatiquement, et supporte plusieurs modes de démultiplication du nombre de pas**, appelés micropas : les étages moteurs utilisés peuvent être configurés en 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16... Autrement dit en 1/16, un moteur de 200 pas devient un moteur de 3200 micropas !! La configuration va se faire à l'aide de 3 broches de l'étage moteur qui seront mises au +Vcc ou au 0V à l'aide de cavaliers.

Si vous souhaitez approfondir l'utilisation de ce shield ou des étages de contrôle des moteurs pas à pas, vous pouvez vous reporter aux tutos Arduino dédiés, notamment :

- [Atelier Arduino : Moteurs : Apprendre à utiliser un moteur pas à pas bipolaires \(en mode « microstep »\) avec une carte Arduino.](#)

## Solution 1 : Electronique Arduino + CNC Shield

### Fixation de la carte Arduino

**Note : Contrairement à ce que montrent les photos (fixation sur le dessus) il est préférable de fixer la carte Arduino verticalement sur l'arrière du profilé, de façon à « sauver » 2cm de plus sur le Y.**

#### Matériel nécessaire :

##### Pièces 3D :

1 x support de carte Arduino

##### Visserie :

2 x M5x8mm

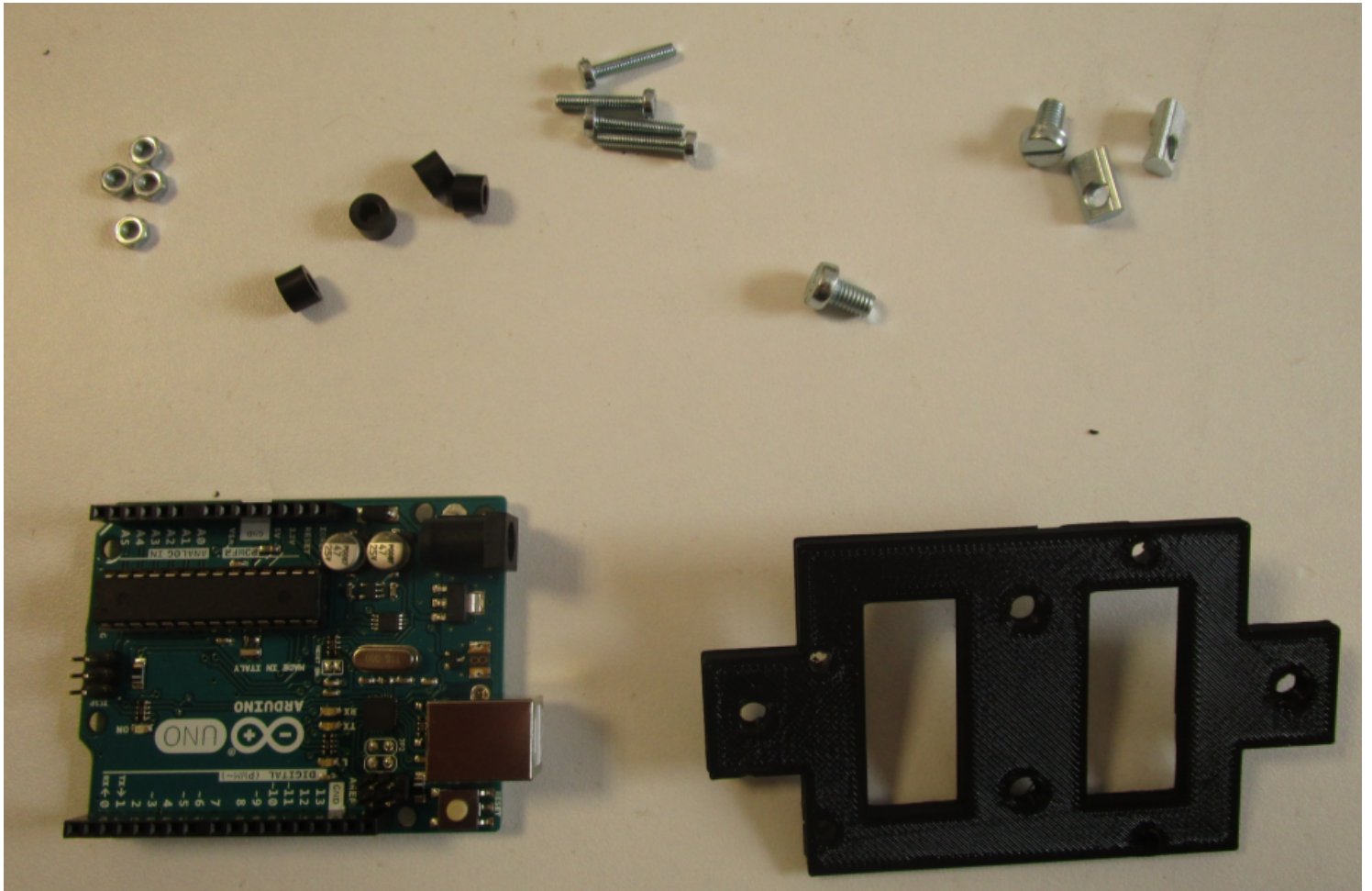
2 x écrous lourds M5

4 x entretoises 5mm



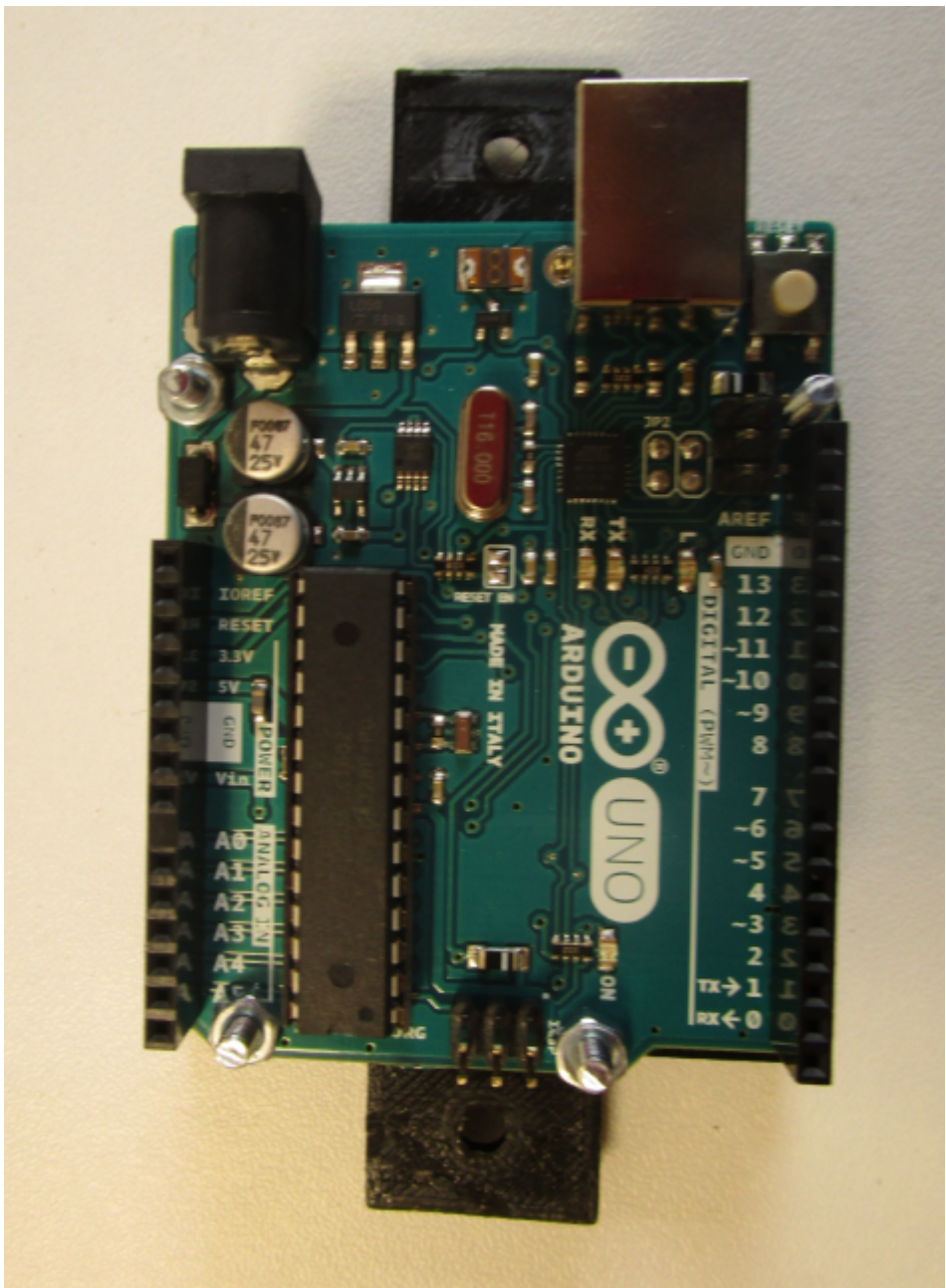
4 x vis M3x20mm

4 x écrous M3

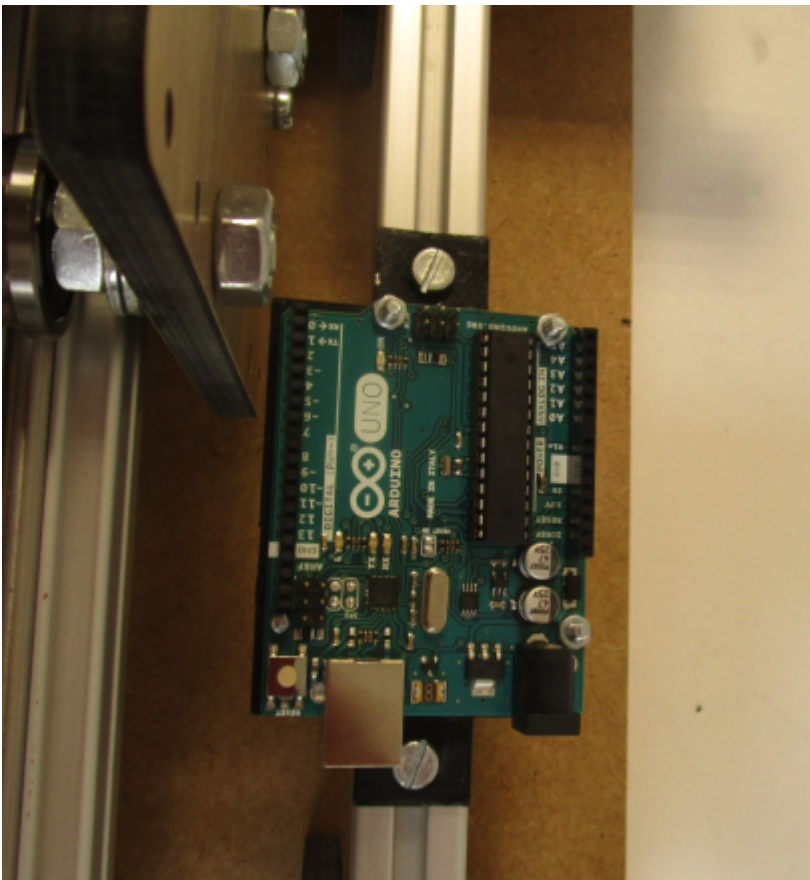


## Ce qu'il faut faire

Fixer la carte Arduino sur le support à l'aide des vis M3x20 et des entretoises :



Puis la fixer sur le rail :

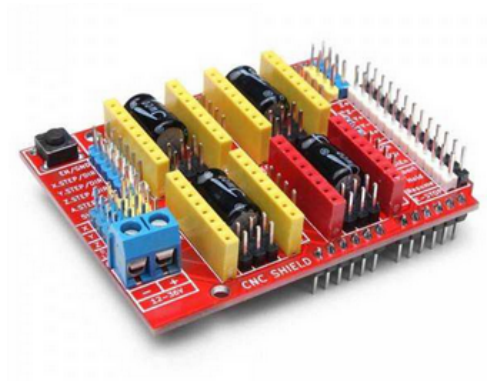




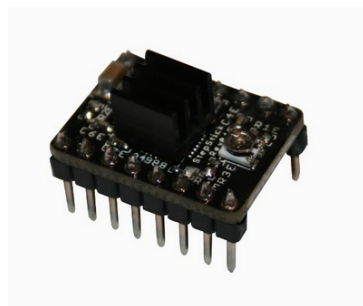
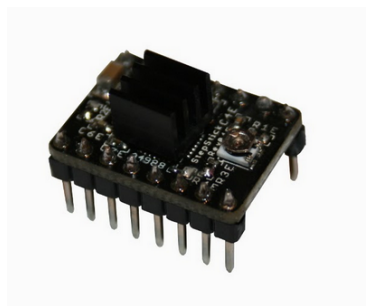
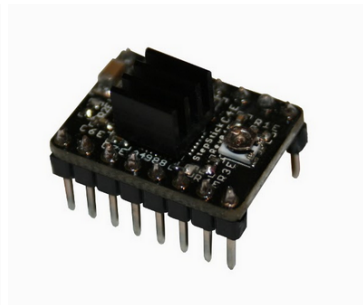
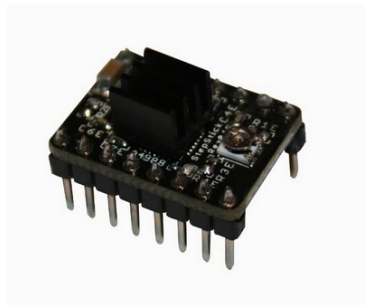
## Câblage final de la carte Arduino + CNC Shield + Pololu

### Matériel nécessaire :

Le CNC-Shield monté et ses cavaliers de configuration



Drivers de moteurs pas-à-pas A4988 en mode « micropas »



## 2 x Capteur "fin de course" avec câbles



## 1 x alimentation 12V - 300W et ses câbles



## Pour comprendre

Pour comprendre la suite, l'essentiel à savoir est que :

- **chaque moteur pas à pas est contrôlé par un étage dédié**, appelé A4988 qui s'occupe de gérer les pas d'un moteur pas à pas bipolaire,
- **chaque étage de contrôle d'un moteur pas à pas reçoit 2 broches de contrôle** en provenance de l'Arduino :
  - une broche de **sens** (ou DIR)
  - une broche de **vitesse** (ou STEP)
- **chaque étage moteur gère les pas automatiquement, et supporte plusieurs modes de démultiplication du nombre de pas**, appelés micropas : les étages moteurs utilisés peuvent être configuré en 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16... Autrement dit en 1/16, un moteur de 200 pas devient un moteur de 3200 micropas !! La configuration va se faire à l'aide de 3 broches de l'étage moteur qui seront mises au +5V ou au 0V à l'aide



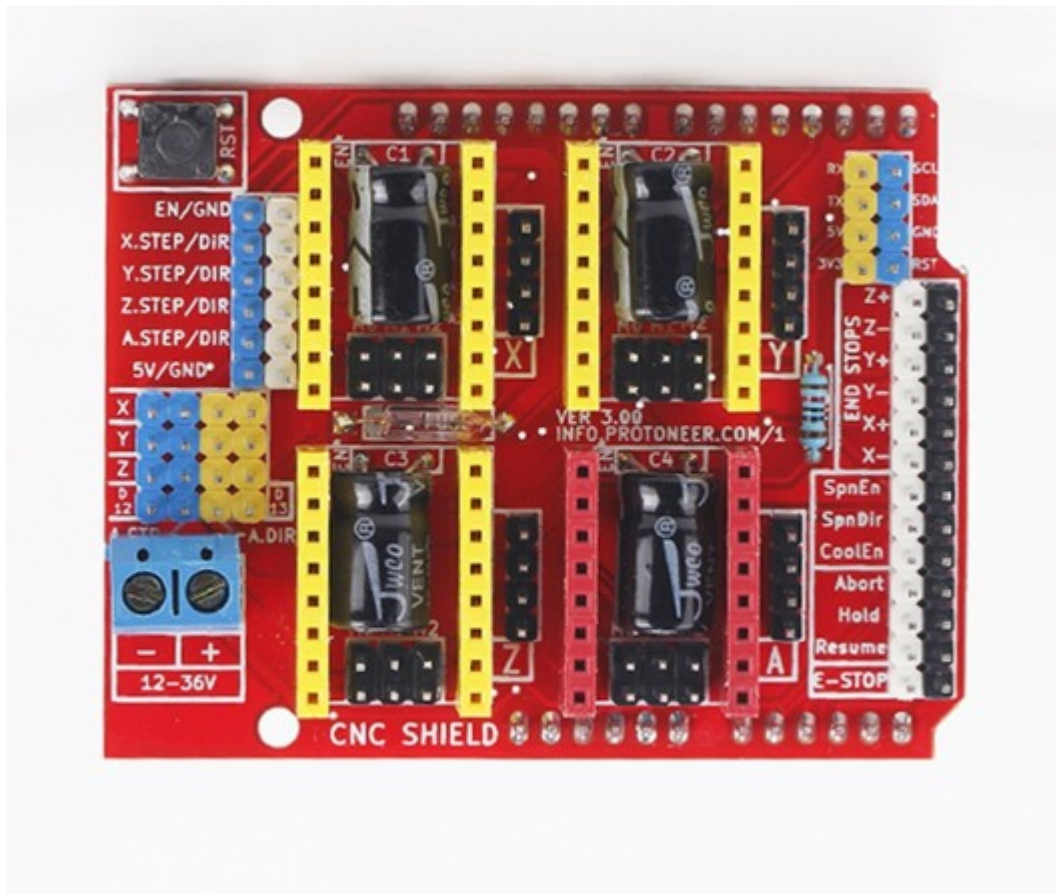
de cavaliers.

Si vous souhaitez approfondir l'utilisation de ce shield ou des étages de contrôle des moteurs pas à pas, vous pouvez vous reporter aux tutos Arduino dédiés, notamment :

- [Atelier Arduino : Moteurs : Apprendre à utiliser un moteur pas à pas bipolaires \(en mode « microstep »\) avec une carte Arduino.](#)

## Ce qu'il faut faire

Avant tout, prendre le temps de découvrir et de comprendre le CNC-shield :



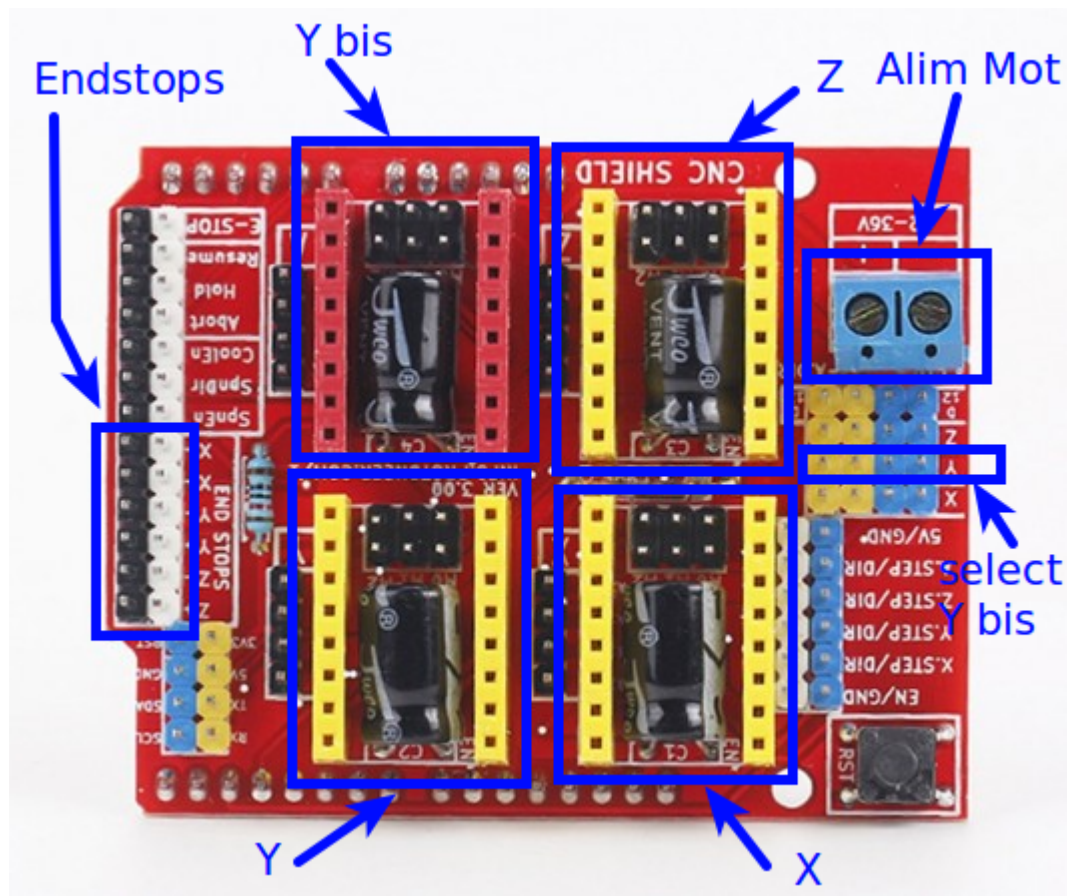
site officiel : <http://blog.protoneer.co.nz/arduino-cnc-shield/>

Bien repérer notamment :

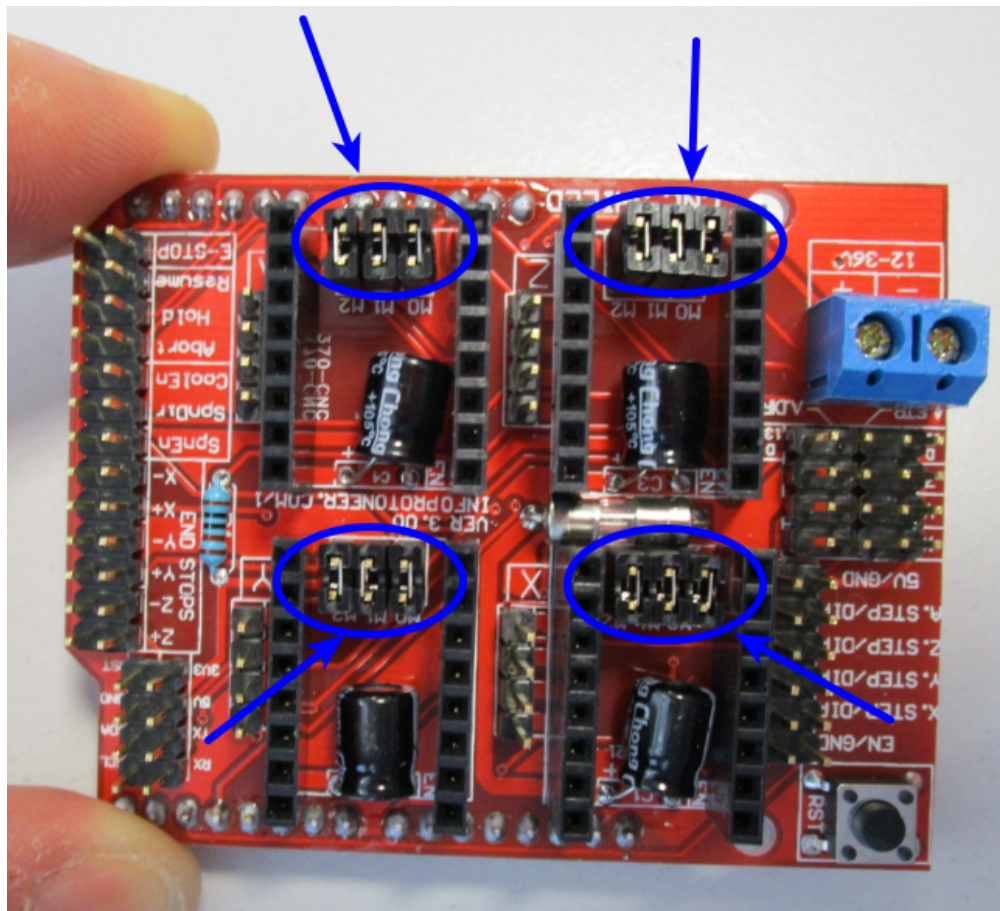
- l'emplacement de chaque étage moteur X, Y et Z et le 4ème étage que nous utiliserons ici pour dédoubler l'axe Y
- le bornier d'alimentation externe des moteurs
- les connecteurs droits des capteurs fin de course ou endstops (pour chaque axe, on a une position + et une

position -, seule l'une d'entre-elle étant utilisée dans notre cas)

- les connecteurs droits de sélection du 4ème étage moteur en Y dédoublé (c'est à dire que les 2 moteurs Y recevront exactement le même signal de contrôle au même moment)

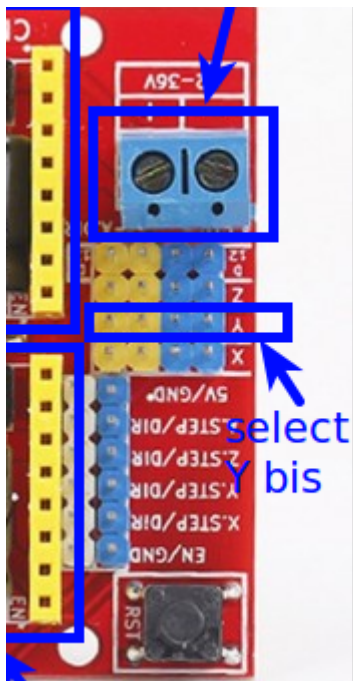


La première chose à faire est de mettre en place les cavaliers de configuration du **mode micro-pas 1/16 pour tous les étages moteurs** (connecteurs droits M0, M1 et M2 placé dans chaque support d'étage moteur) :

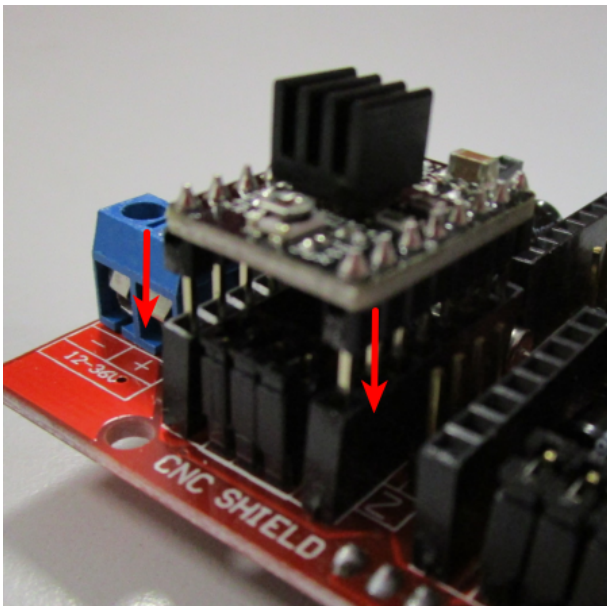


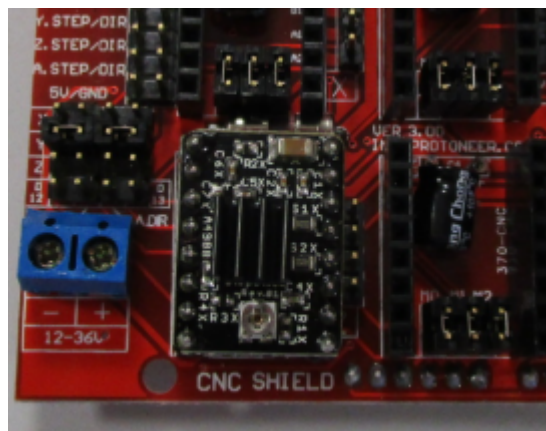
Il faut également mettre en place les cavaliers de dédoublement du signal de commande de l'axe Y sur le 4ème étage moteur :



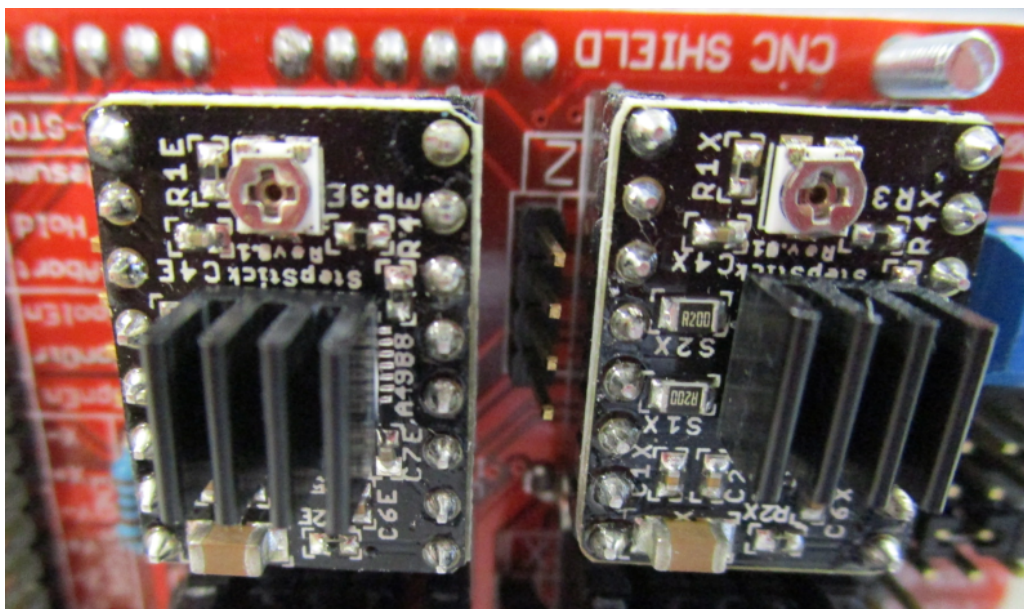


Mettre en place les drivers de moteurs en veillant à la bonne orientation et, **c'est TRES IMPORTANT, qu'aucun étage moteur n'ait de broches « dans le vide »** (autrement dit soit mal enfiché sur son support ). Tenir l'étage moteur par les bords et surtout pas par le radiateur qui se décollera à coup sûr... :





Procéder de la même façon pour les 4 étages moteurs :

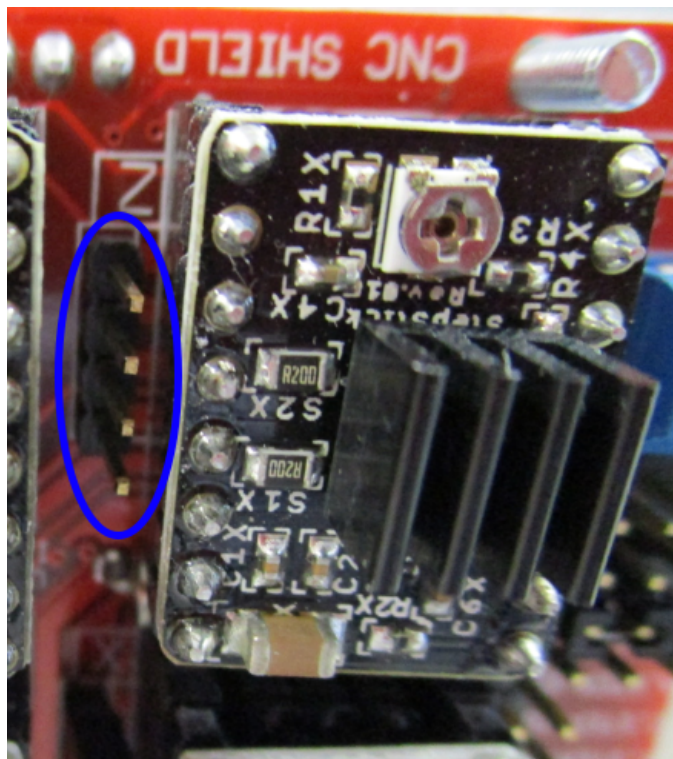
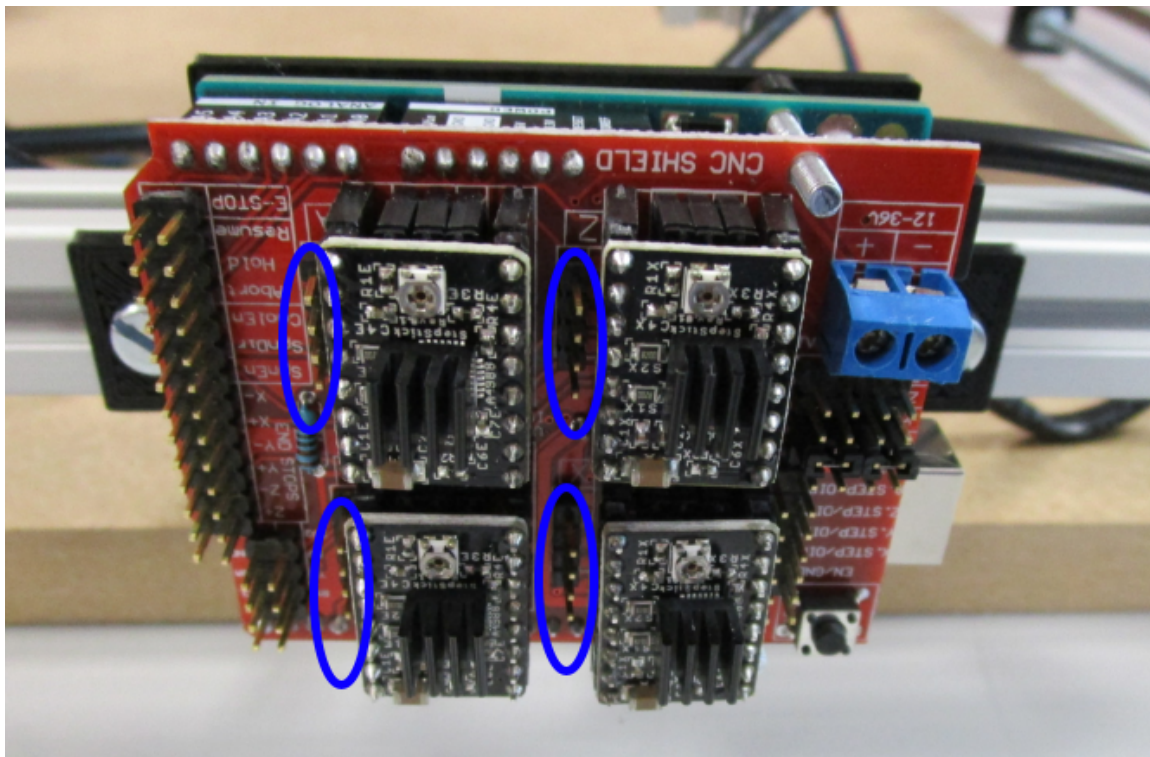






### Etape 3 : Câblage des moteurs pas à pas

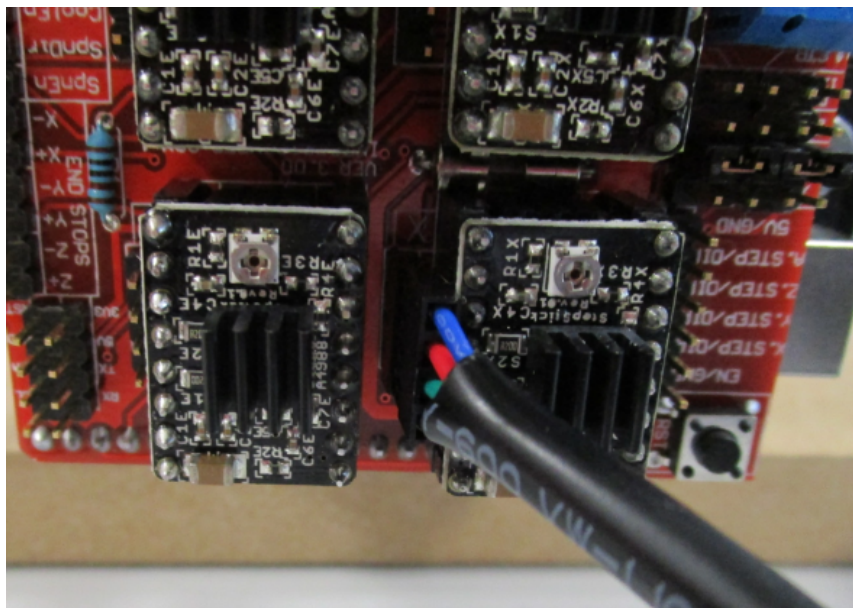
A présent, on peut câbler les différents moteurs sur le CNC-shield : à côté de chaque étage moteur se trouve un bornier droit à 4 broches sur lequel on vient enficher directement le moteur voulu.



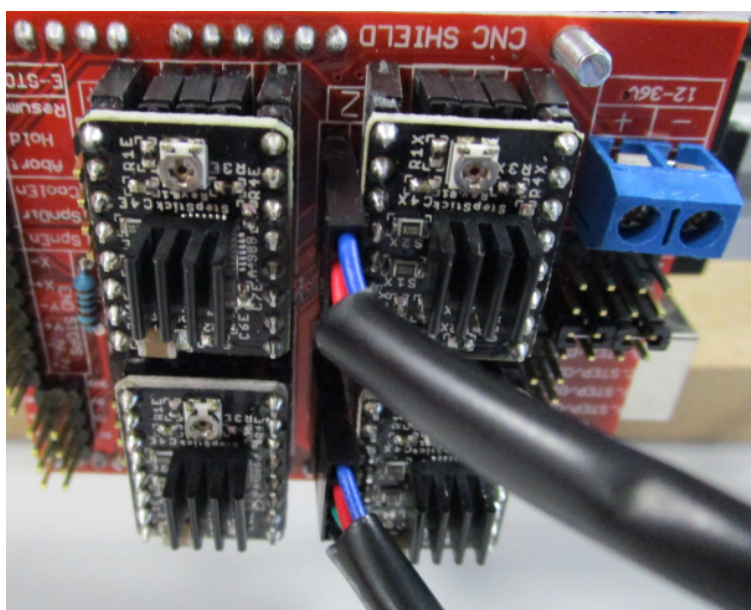


Concernant, le sens de connexion, simplement prendre un option de câblage (=tous les fils couleurs branchés de la même façon pour tous les moteurs) et utiliser la même pour tous les moteurs. Il sera possible dans un second temps de corriger les inversions de sens de rotation des moteurs comme nous le verrons.

Tout d'abord connecter le moteur des X :



puis connecter le moteur des Z :

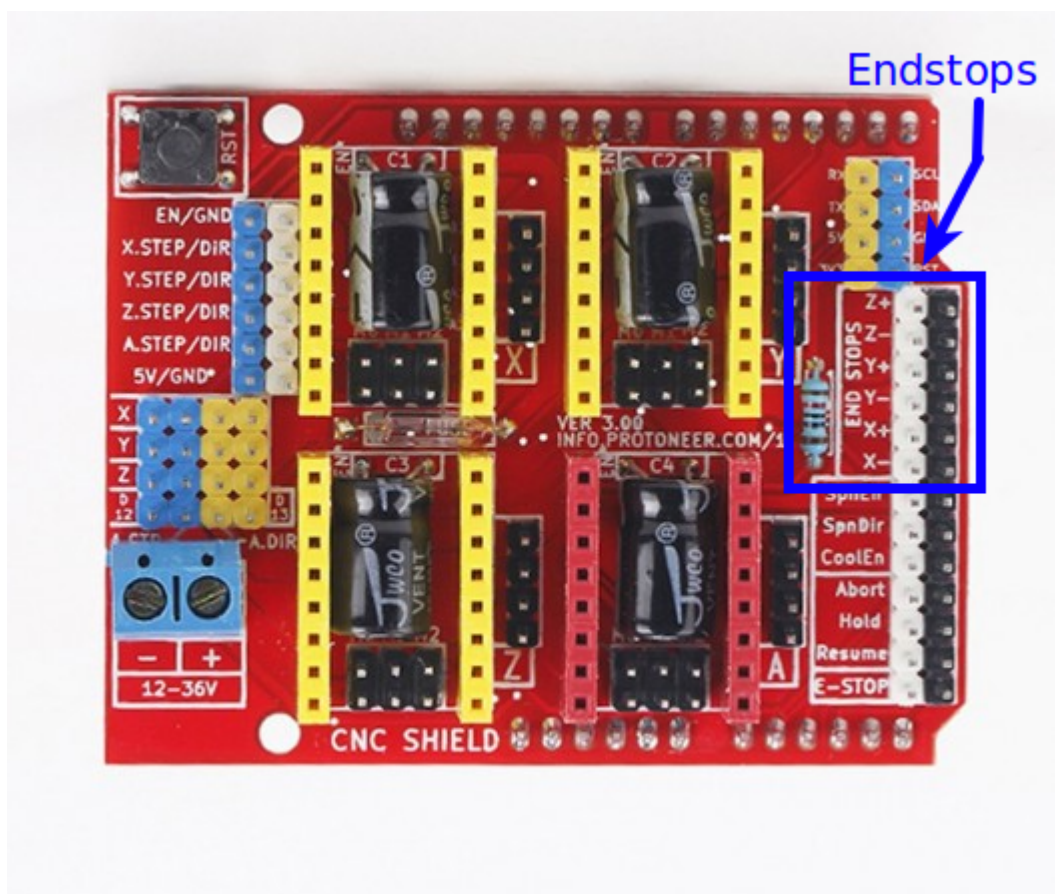


et enfin les 2 moteurs des Y :



### **Connexion des capteurs de fin de course des axes X et Y sur le CNC-shield**

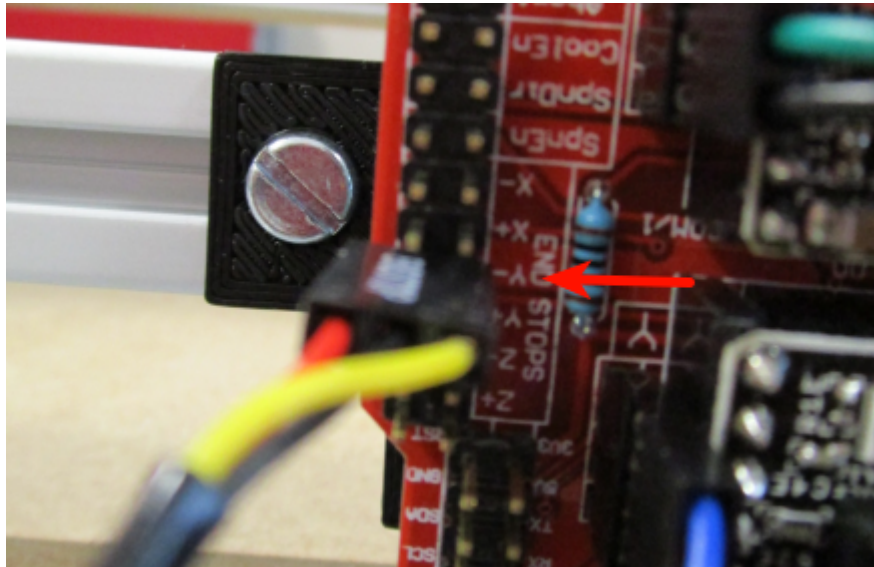
Le CNC-shield dispose de connecteur pour les capteurs de fin de course à 2 broches, avec 2 positions possibles pour chaque axe : position minimum (ou -) et position maximum (ou +)



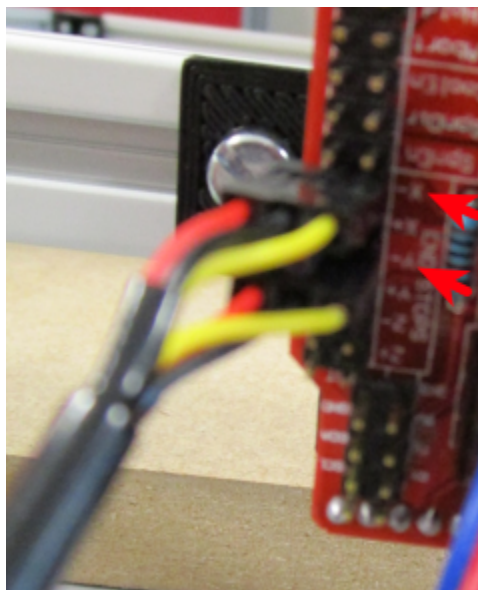
Dans notre cas, nous n'utiliserons que les capteurs de position « zéro », donc les positions (-) sur le CNC shield. Logiquement, nous allons donc connecter :

- le capteur de fin de course Y sur le bornier Y-
- le capteur de fin de course X sur le bornier X-

On connecte donc le câble du capteur de l'axe Y sur Y- (en laissant le rouge « dans le vide ») :



Puis le câble du capteur de l'axe X sur X- (en laissant le rouge « dans le vide ») :





Dans les 2 cas, laisser la broche « rouge » du câble non connectée car nous ne l'utiliserons pas ici.

### ***Et le capteur de fin de course de l'axe Z ?***

L'axe Z est un cas à part puisque le zéro est recalé à chaque fois selon la surface à travailler, le changement d'outil, etc. et le plus simple est de le faire en manuel.

Donc, par défaut, pas de capteur de fin de course du Z utilisé. Ceci étant, vous en disposez d'un dans le kit et libre à vous de l'installer si vous le souhaitez. Par exemple, sur le max de l'axe Z pour éviter de trop remonter l'outil par erreur.

En pratique, il est même plus utile de « créer » un capteur de fin de course par contact électrique entre une surface métallique et l'outil par exemple.

## **SOLUTION 2 : Carte Emotronic**

**NOTE : Pour ce qui va suivre, tenez la carte Emotronic par les bords et éviter les contacts directs avec les doigts des soudures et composants.** Idéalement mettez vous « à la masse » avant de commencer en mettant un bracelet anti-statique ou bien en touchant un radiateur métallique, ce genre de chose.

### **Fixation de la carte Emotronic**

#### **Matériel nécessaire :**

##### **Pièces 3D :**

1 x support de carte Emotronic

##### **Visserie :**

2 x M5x8mm

2 x écrous lourds M5

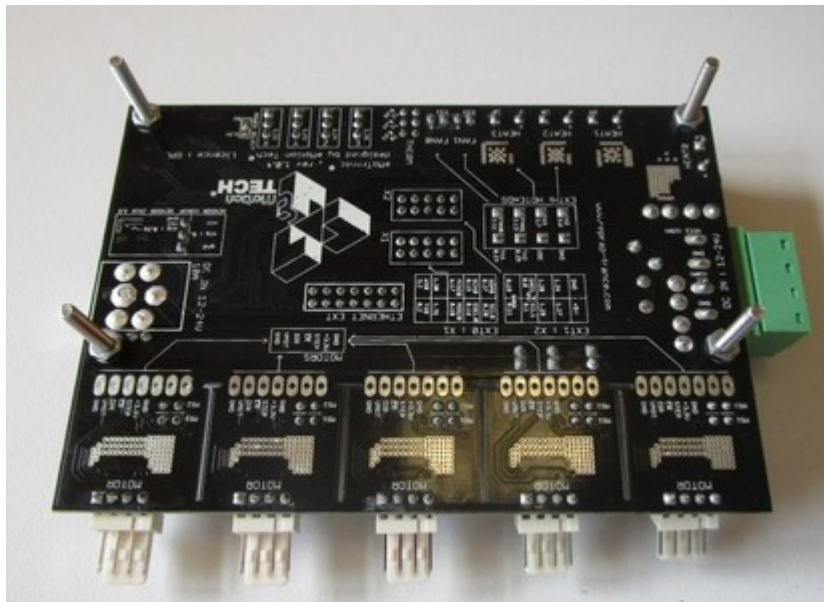
4 x entretoises 5mm

4 x vis M3x20mm

8 x écrous M3

## Ce qu'il faut faire

Commencer par fixer les vis vis M3x20 sur la carte Emotronic avec 4 écrous :

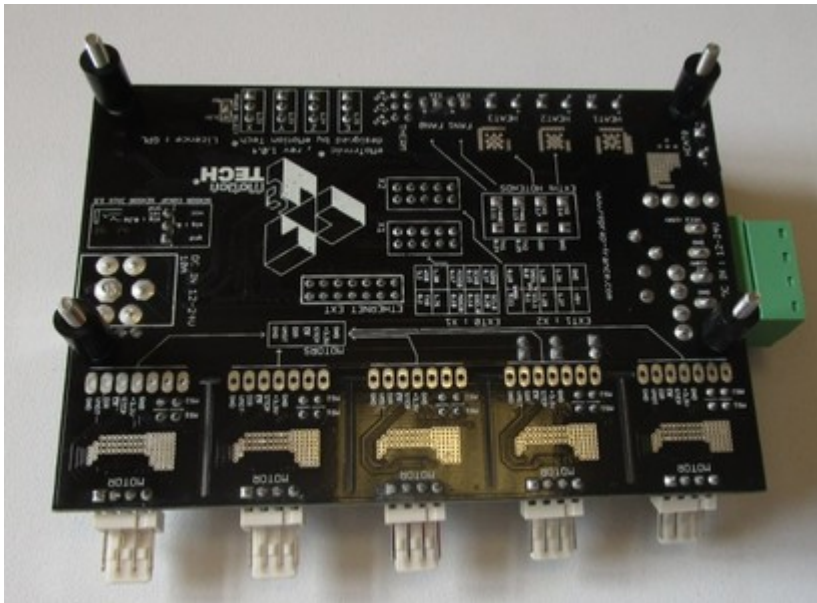


Fixer le support sur le profilé à l'aide des vis M5x8 et des écrous lourds en position arrière gauche :

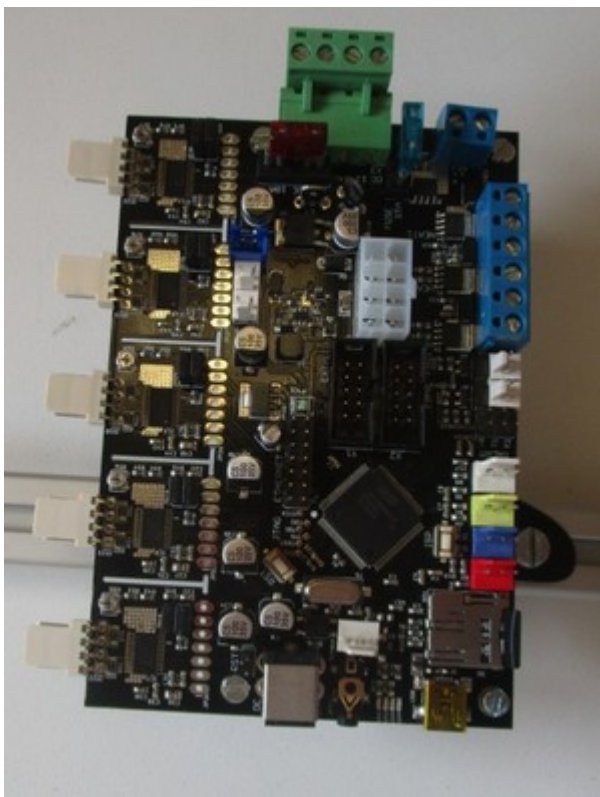


Noter que l'on peut utiliser 2 positions de la carte selon ce qu'on jugera le mieux, le support pouvant être fixé à l'horizontale si on préfère.

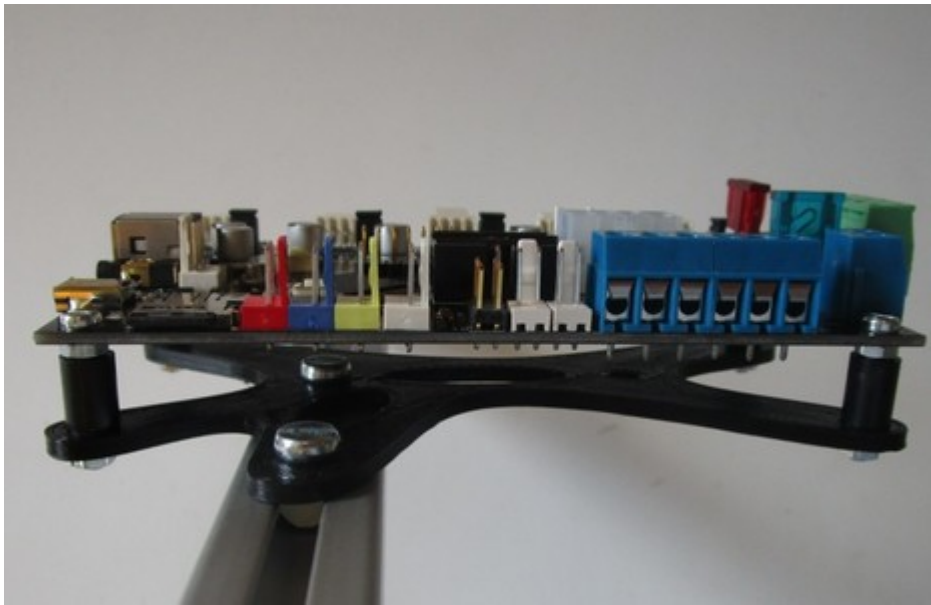
Ensuite, engager les entretoises sur les vis M3x20 précédemment fixées sur la carte emotronic :



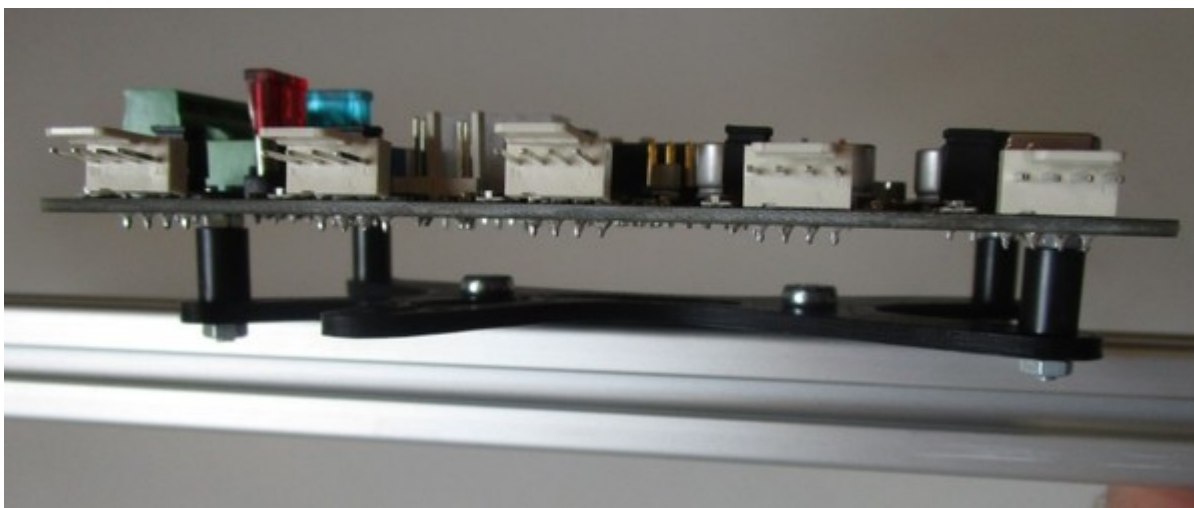
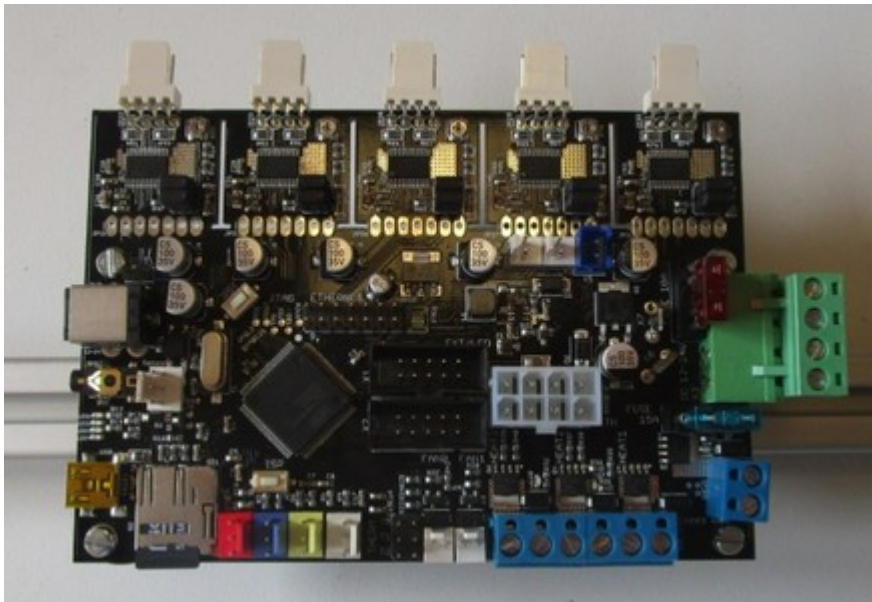
Puis fixer dans les trous du support à l'aide de 4 écrous M3 restants :

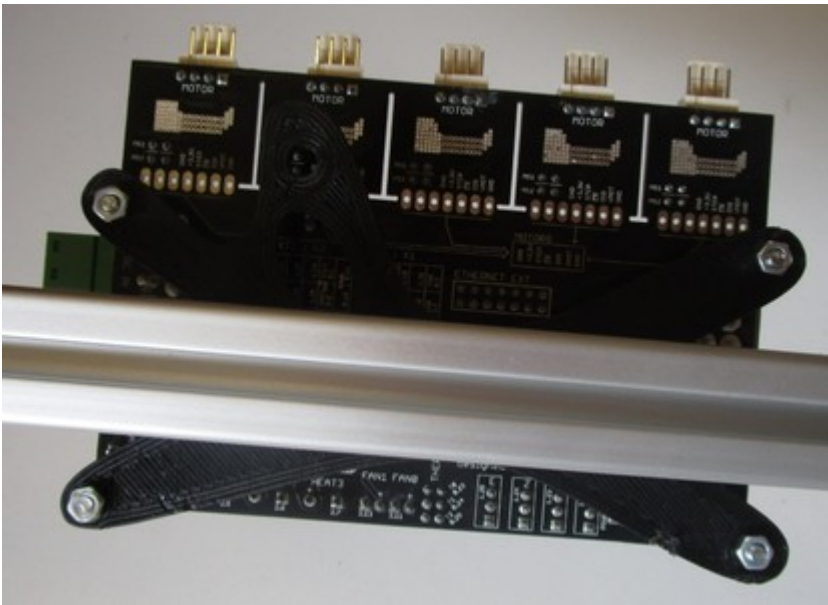






Si l'on préfère la fixation dans l'autre sens, ça donne :





Voici la carte en place sur l'OMM PLUS (arrière gauche)

## Carte Emotronic : premier contact

### Quezako ?

La emotronic board est une carte de contrôle de machines numériques (CNC / Imprimante 3D / découpeuse laser ) « intégrée » c'est à dire comportant en une seule carte :

- l'électronique programmable de contrôle (un ARM Cortex M3 32 bits cadencé à 96Mhz)
- les drivers moteurs (des cousins des A4988)
- la connectique pour thermistance, résistances chauffantes, etc A noter 2 MOFSET de puissance, capable de fournir 12,5A en 24V... !
- et quelques bonus : carte SD, Réseau ethernet, etc.

Cette carte a été conçue par Emotion Tech, sous licence GPL, dérivant de la smothieboard créée initialement par Arthur Wolf, un maker bretois .

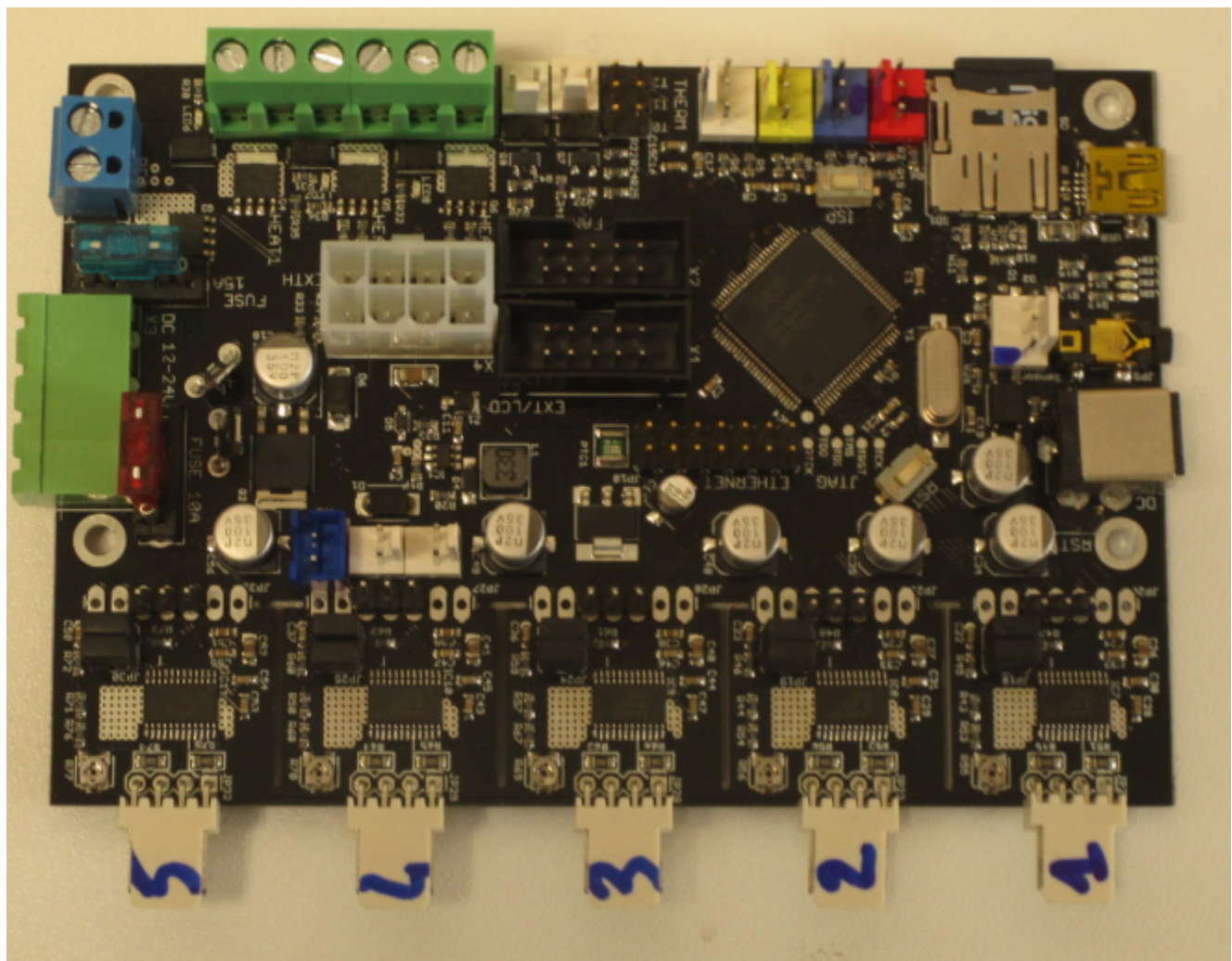
Le firmware (micrologiciel) programmé/programmable dans la carte s'appelle le Smoothieware

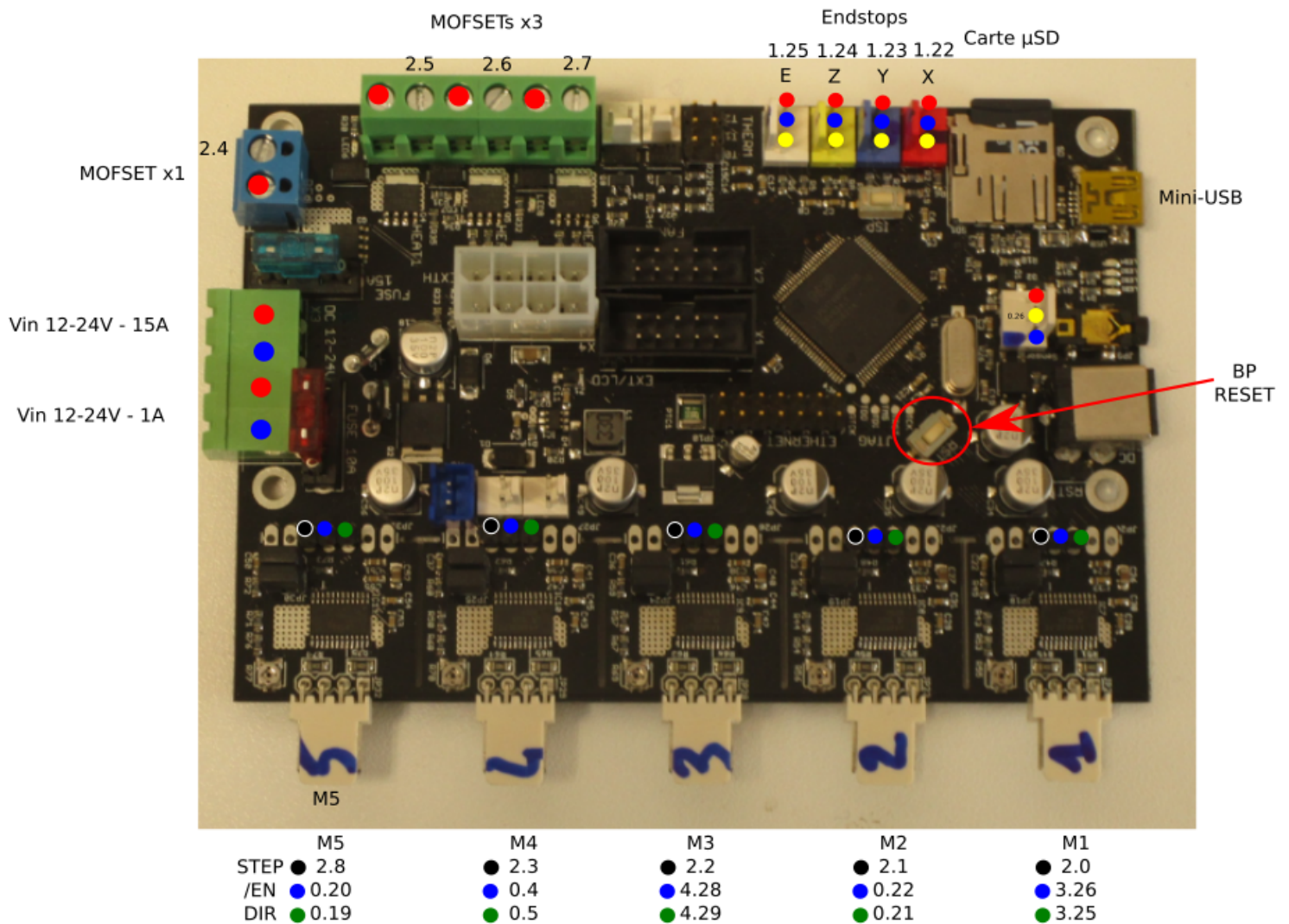
Tout le projet est openhardware / opensource (licence GPL).

## Découvrir la carte :

Note importante les GPIO sont 3.3V en sortie et 5V « tolérante » en entrée (endstops).







Les broches importantes (d'après le datasheet) – référence pour la config des broches :

Etage	Alpha – X – M1	Béta – Y – M2	Gamma – Z – M3	E0 – M4	E1 - M5
STEP	2.0	2.1	2.2	2.3	2.8
DIR	3.26	0.22	4.28	0.4	0.20
ENABLE	3.25	0.21	4.29	0.5	0.19

**ATTENTION** : c'est différent par rapport à la smoothieboard si vous connaissez cette carte : donc le firmware configuré pour la smoothieboard ne sera pas utilisable « as is » pour la Emotronic.

Pour les endstops :

Etage	Alpha – X – M1	Béta – Y – M2	Gamma – Z – M3	E0 A – M4	E1 - M5
MIN	1.22	1.22	1.23	1.25	NC
MAX	NC	NC	NC	NC	NC

## Le câblage à réaliser

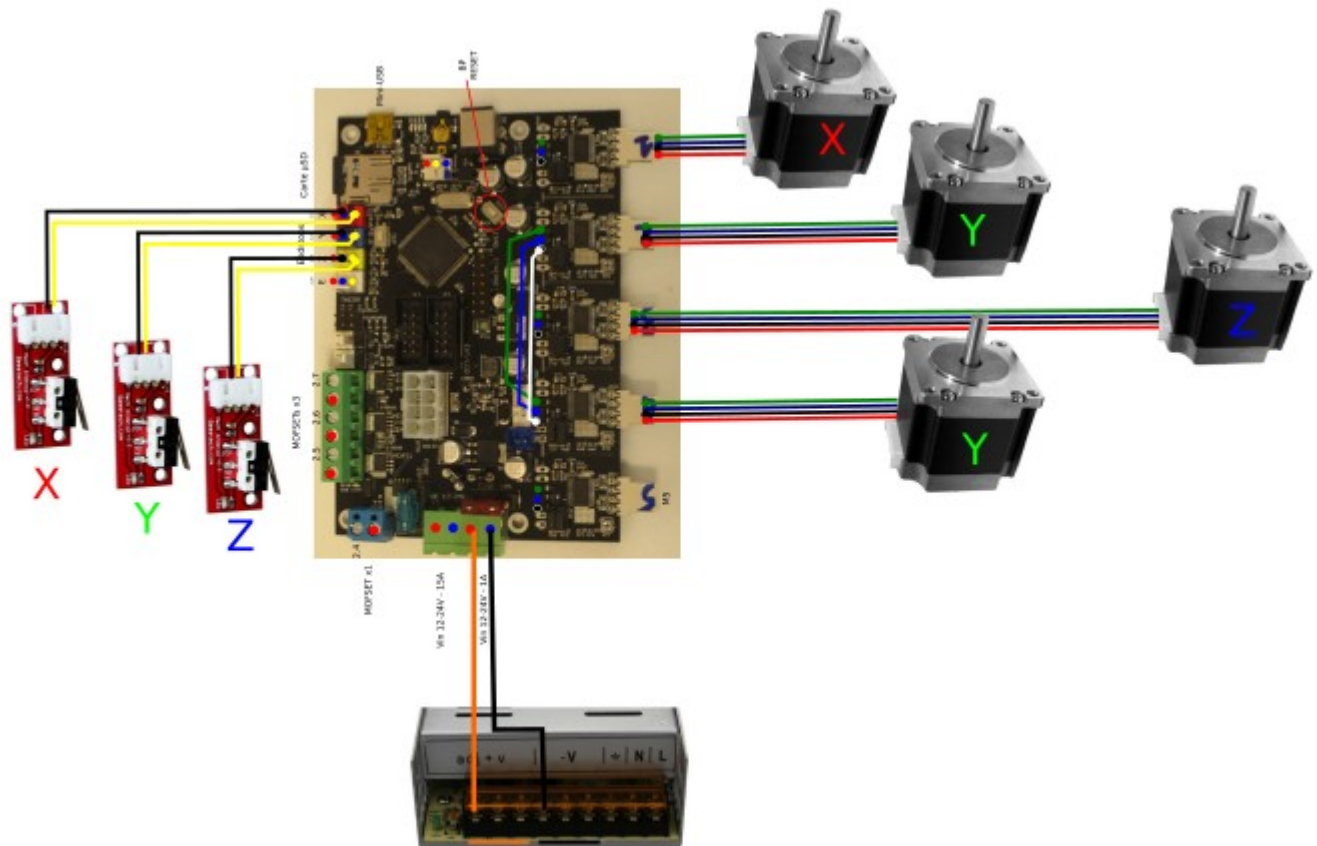
Le principe de câblage est le suivant :

- Moteur X sur étage M1
- Moteur Y sur étage M2 et M4 (donc 1 étage moteur par moteur Y)
- Moteur Z sur étage M3

Note : dans l'hypothèse d'un 4ème axe, il sera utilisable sur M5

Concernant les endstops :

- le endstop de X sur connecteur X
- le endstop de Y sur connecteur Y



## Câblage de la carte Emotronic



## Matériel nécessaire :

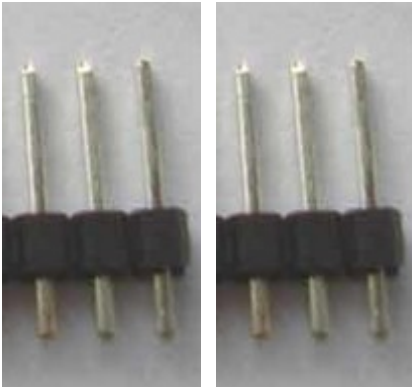
### La carte Emotronic



NOTE : La carte Emotronic nécessite un câble USB A-mini-usb non fourni. A ne pas confondre avec le micro-usb !



### 2 x connecteurs droit - 3 points



## Un connecteur 3 brins femelle-femelle court (ou 3 jumpers femelle-femelle)



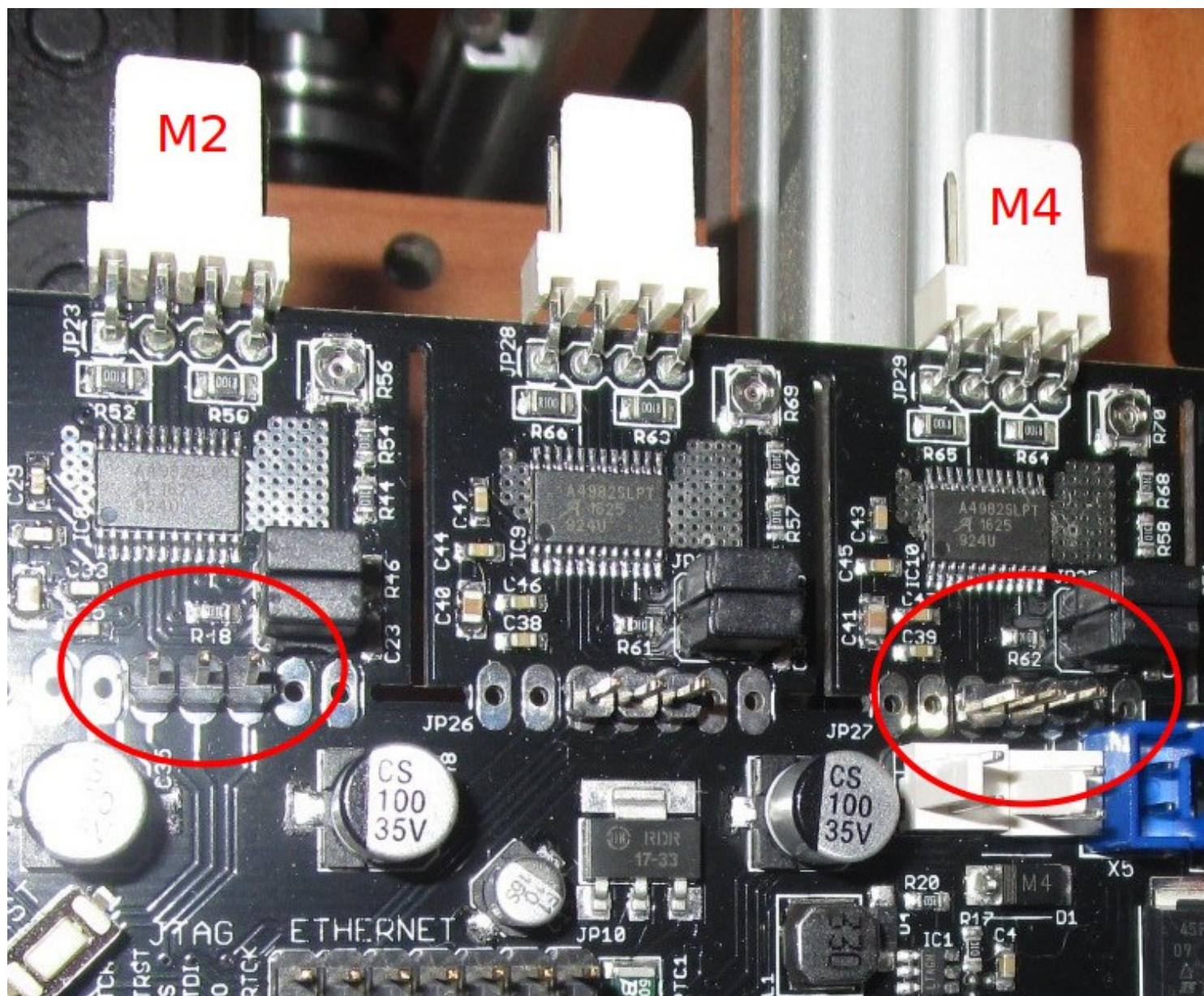
## 2 x Capteur "fin de course" avec câbles



## Ce qu'il faut faire

### ***Préparer la carte Emotronic***

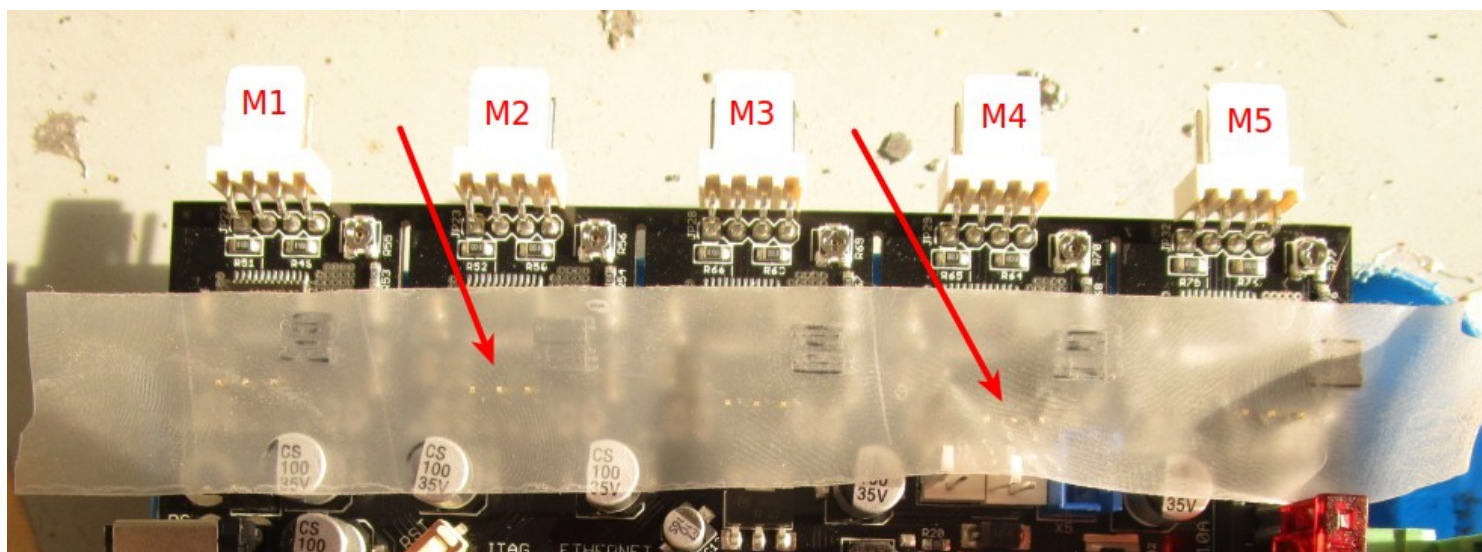
Souder les connecteurs droits 3 points des broches STEP/DIR/ENABLE sur M2 et M4 : l'objectif ici est de dédoubler les broches STEP/DIR/ENABLE de l'étage M2 (1<sup>er</sup> moteur Y) sur l'étage M4 (2<sup>ème</sup> moteur Y)



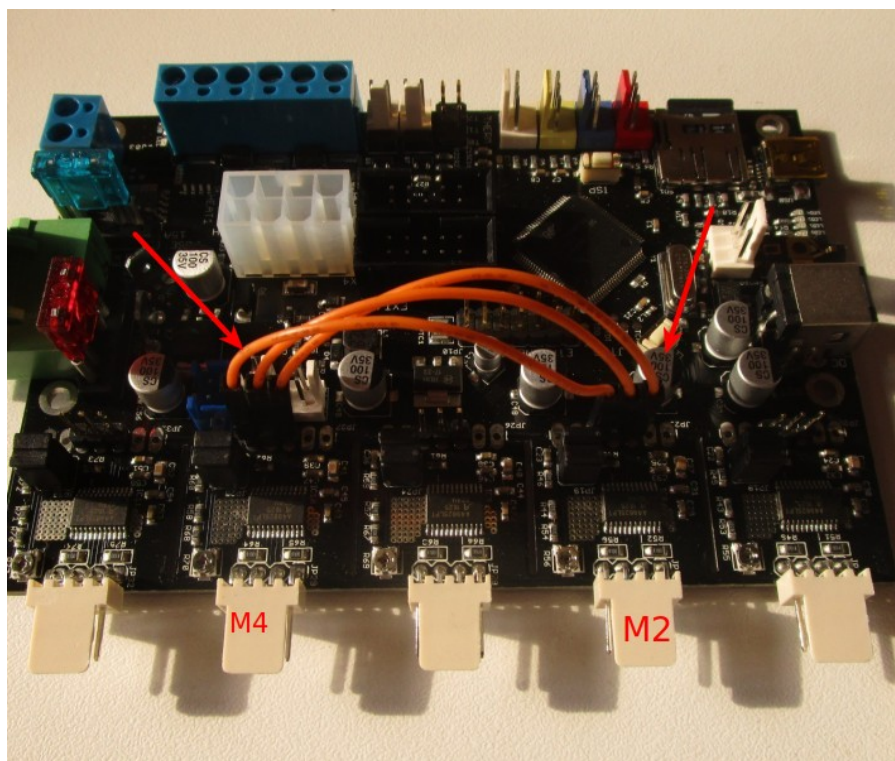
Pour pas se tromper : chaque étage moteur dispose de 7 pastilles à souder : utiliser les 3 du milieu (= en laisser 2 de chaque côté) et ce pour les étages M2 et M4 (pas besoin sur les autres ici)

Truc : pour faire tenir les connecteurs droits, utiliser un scotch pour les tenir avant de retourner la plaque pour souder :





Une fois fait, mettre en place les 3 jumpers broche à broche : 1ère broche de M2 sur 1ère de M4, 2ème de M2 sur 2ème de M4 et 3ème de M2 sur 3ème de M4 :



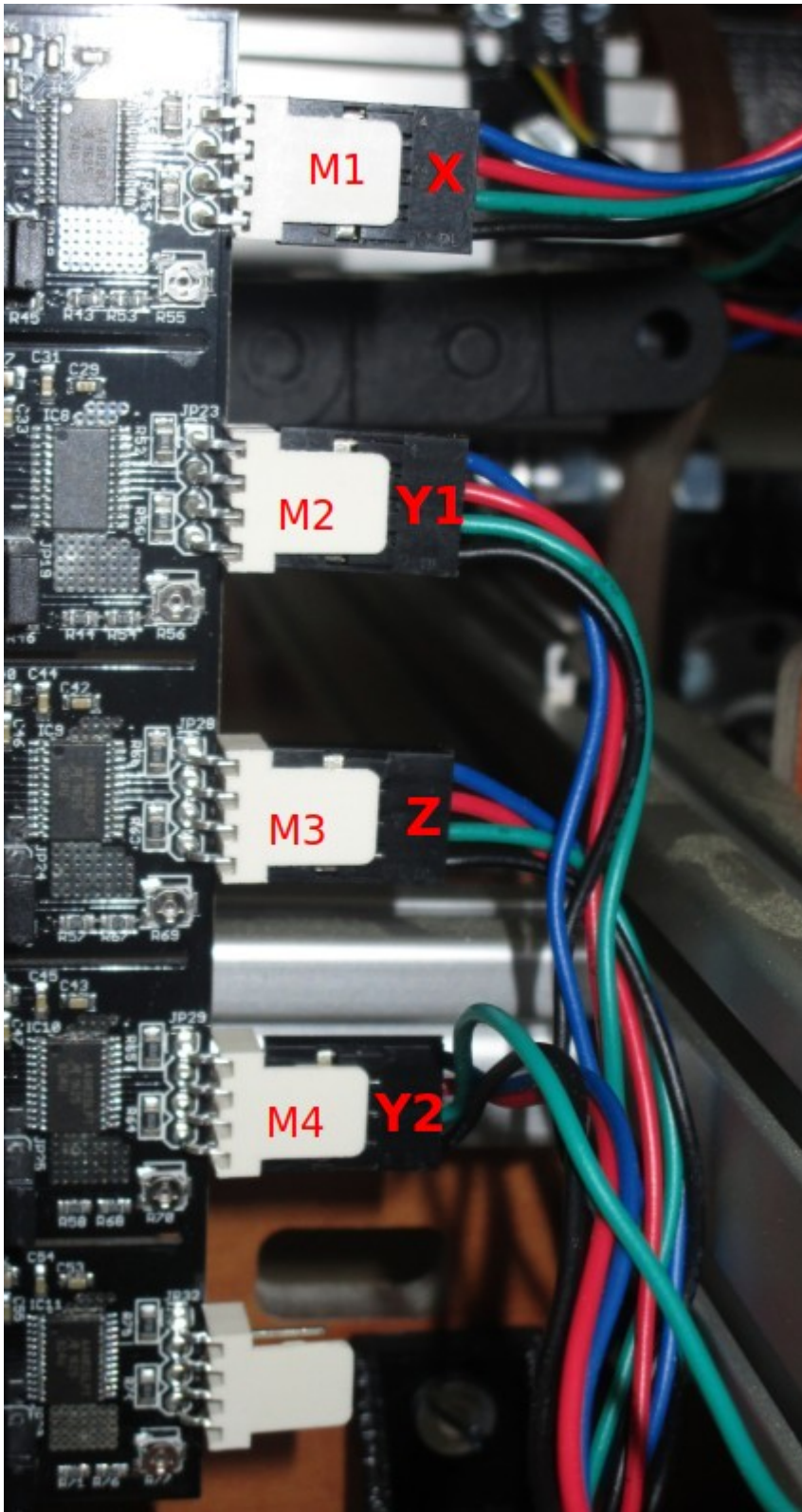
### ***Câblage des moteurs pas à pas***

A présent, on peut câbler les différents moteurs sur les borniers des étages moteurs :

- Moteur X sur étage M1
- Moteur Y sur étage M2 et M4 (donc 1 étage moteur par moteur Y)

- Moteur Z sur étage M3

Mettre les câbles de tous les moteurs de la même façon (câble bleu en haut) : le sens de rotation sera adapté ensuite lors de la mise en route de la machine.

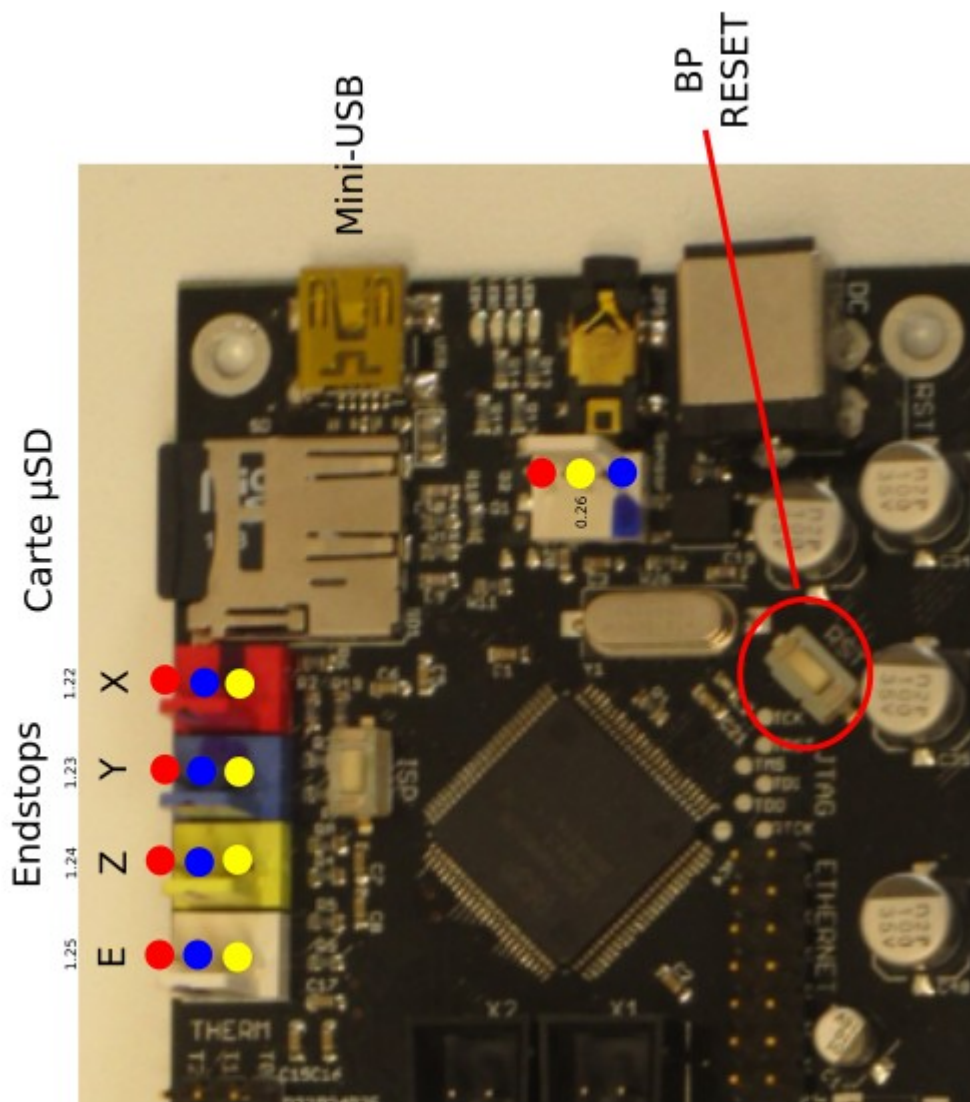


## Connexion des capteurs de fin de course des axes X et Y

Il ne reste plus qu'à câbler les endstops :

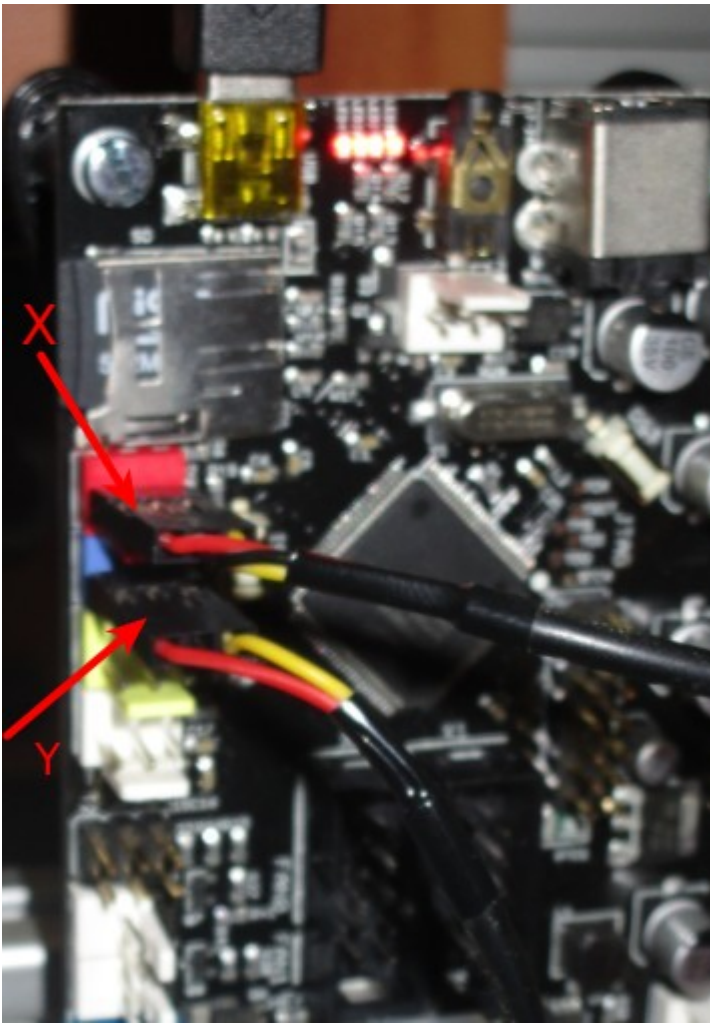
- le endstop de X sur connecteur X
- le endstop de Y sur connecteur Y

Pour ne pas se tromper, voici l'ordre des broches des borniers de endstop : rouge à l'extérieur et jaune à l'intérieur, noir au centre. C'est SUPER IMPORTANT de ne pas se tromper !



Ce qui donne :





### ***Et le capteur de fin de course de l'axe Z ?***

L'axe Z est un cas à part puisque le zéro est recalé à chaque fois selon la surface à travailler, le changement d'outil, etc. et le plus simple est de le faire en manuel.

Donc, par défaut, pas de capteur de fin de course du Z utilisé. Ceci étant, vous en disposez d'un dans le kit et libre à vous de l'installer si vous le souhaitez. Par exemple, sur le max de l'axe Z pour éviter de trop remonter l'outil par erreur.

En pratique, il est même plus utile de « créer » un capteur de fin de course par contact électrique entre une surface métallique et l'outil par exemple.

A noter que sur le Z on peut aussi utiliser le Probe : un capteur équivalent de endstop mais lié au contact d'outil.

## Connexion de l'alimentation principale

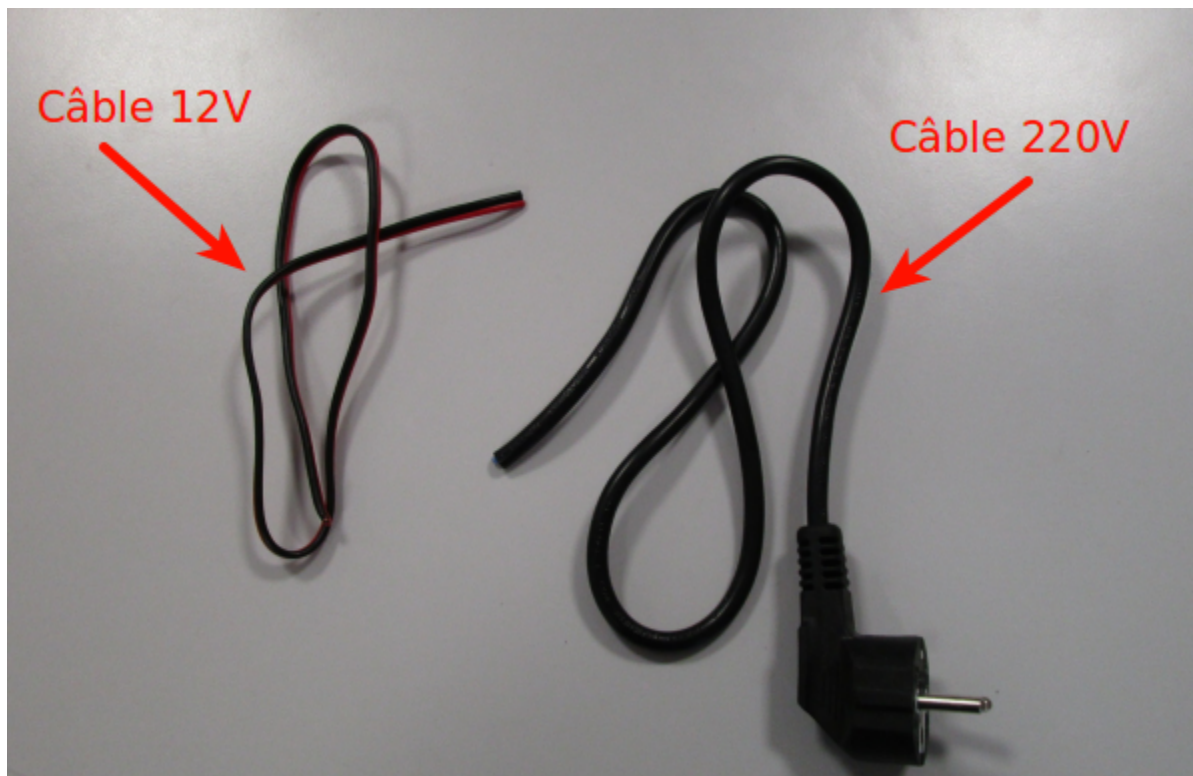
### Matériel nécessaire

1 x alimentation 12V - 300W et ses câbles



L'alimentation est livrée avec ses câbles :

- un câble 3 brins 220V avec prise de terre
- 1 câbles 2 brins 12V



**ATTENTION :**

**NE PAS CONNECTER LE CÂBLE 220V SUR LE SECTEUR  
TANT QUE LE CÂBLAGE N'EST PAS TERMINE !**

**NOTE : NE METTEZ PAS SOUS TENSION A CE STADE ++**

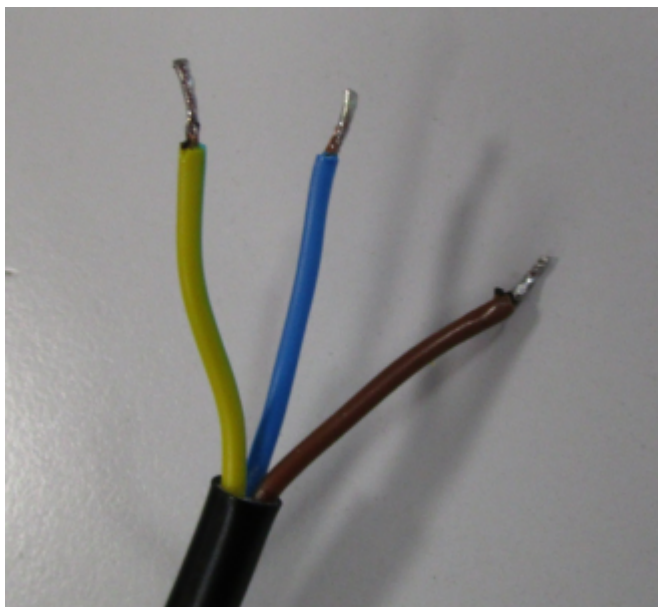
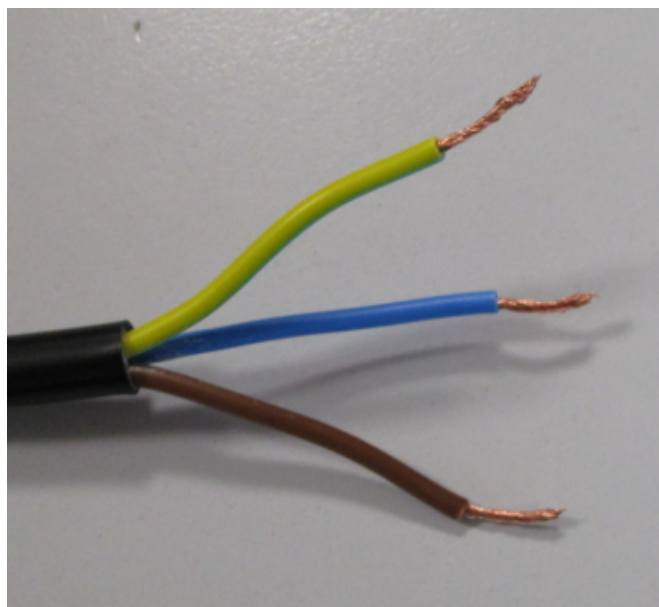
**Suivre la procédure de mise en route dans le PDF dédié.**

L'alimentation dispose d'un bornier à vis sur lequel vont être connectés les différents câbles. La disposition du bornier peut varier d'un modèle à l'autre d'alimentation, mais voici le plan type d'un tel bornier d'alimentation :

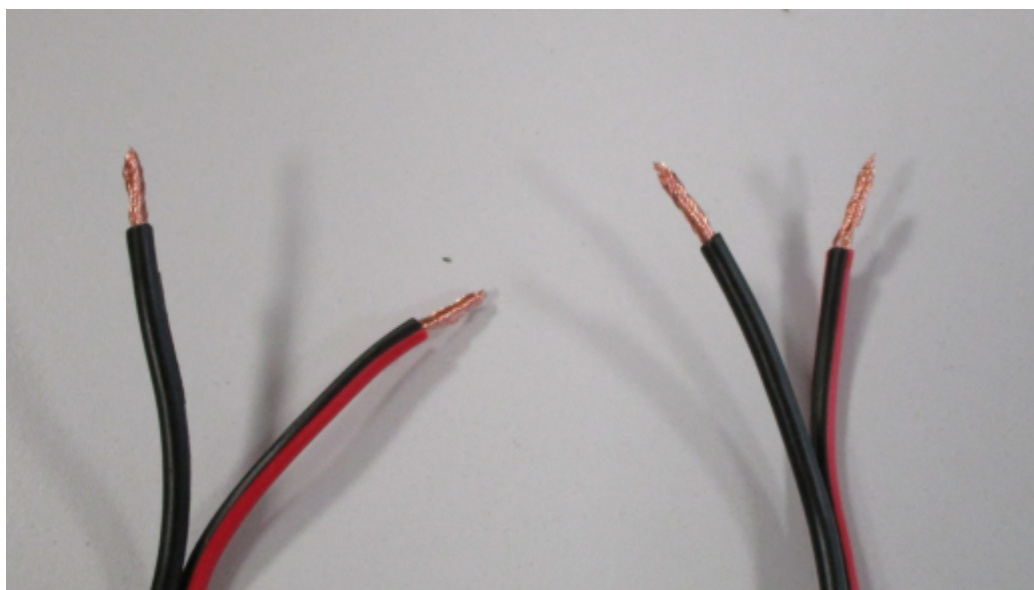


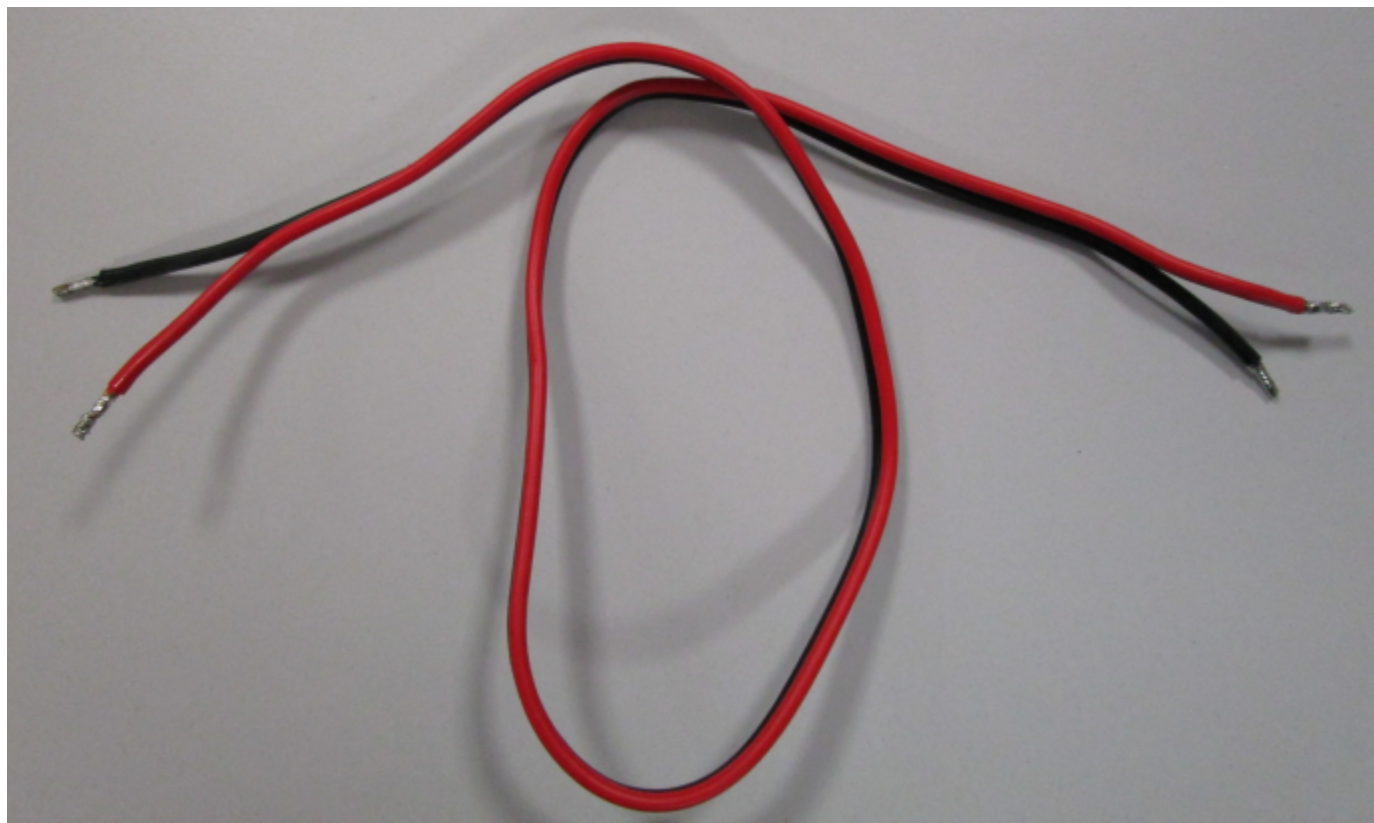
Commencer par préparer le câble 220V en dénudant chaque câble sur 1cm et en les étamant à l'étain à l'aide d'un fer à souder (pas obligatoire mais fortement conseillé) :





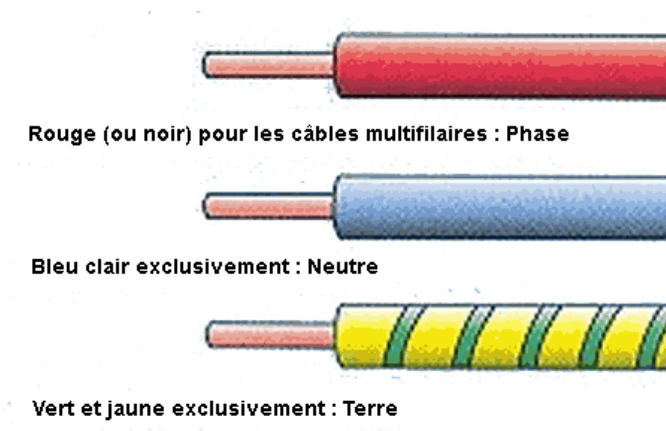
Puis procéder de la même façon aux extrémités des 2 brins du câble 12V :





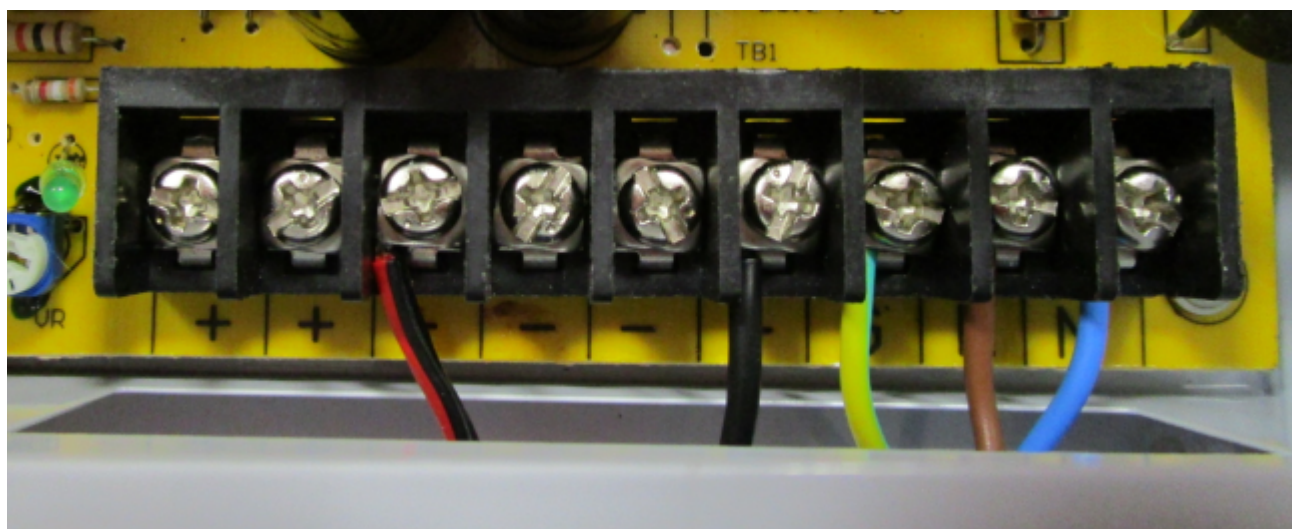
Ensuite, câbler le câble 220V en respectant le câblage suivant :

- la terre au bornier G
- le neutre au bornier N
- la phase au bornier L





Connecter une extrémité du câble 12V à 2 brins sur l'alimentation en veillant à connecter le (+) sur le câble rouge et le (-) sur le câble noir :

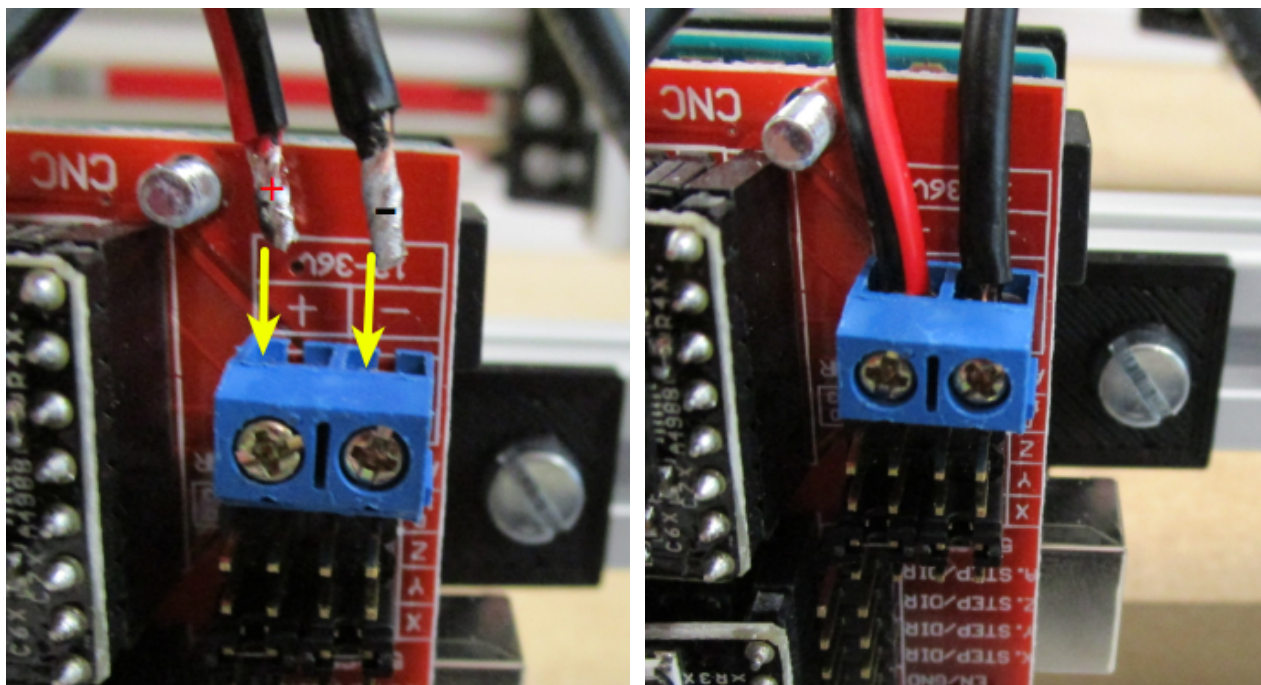


## OPTION ARDUINO + CNC SHIELD

Connecter l'autre extrémité du câble 12V à 2 brins sur le bornier CNC-shield : bien dévisser les vis du borniers pour pouvoir engager les câbles étamés.

**POINT ESSENTIEL : NE PAS INVERSER LA POLARITE DE L'ALIMENTATION SUR LE BORNIER DU CNC-SHIELD**, sinon le fusible du shield grillera instantanément lors de la mise sous tension.



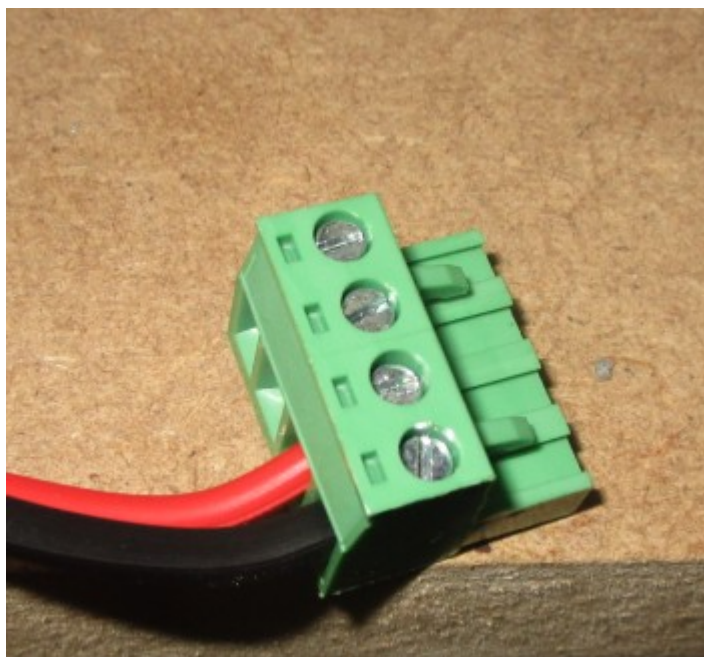


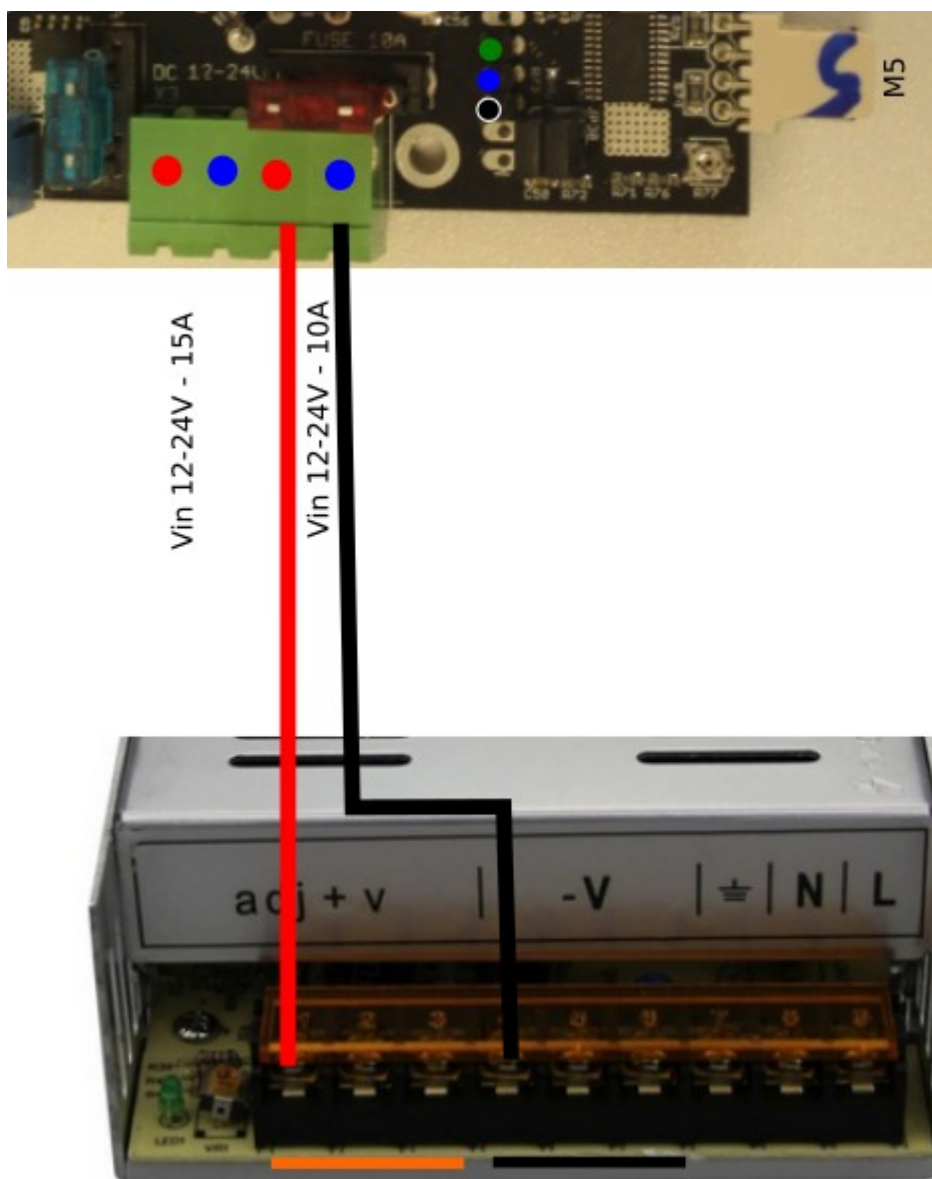
TRUC : Pour chacun des câbles connectés sur bornier à vis, une fois la vis vissée à fond, tirer sur le câble pour s'assurer qu'il est bien engagé et tenu par la vis.

Vous pouvez ensuite réaliser quelques finitions en fixant l'alimentation sur le martyr et en mettant « au propre » les câbles en les fixant sur l'arrière du châssis.

## OPTION EMOTRONIC

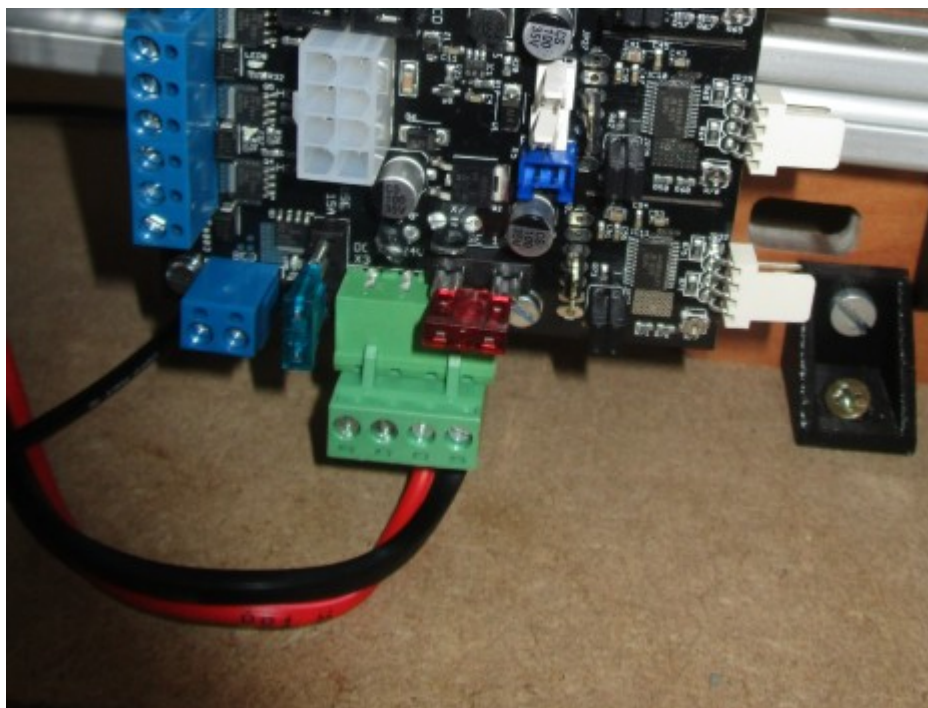
Monter le bornier sur le câble d'alimentation : ne pas se tromper de sens +++ :





**POINT ESSENTIEL : NE PAS INVERSER LA POLARITE DE L'ALIMENTATION SUR LE BORNIER DE LA CARTE EMOTRONIC**

Puis le connecter sur la carte :



**Voilà, vous y êtes :**

**le câblage MECANIQUE et ELECTRIQUE de l'Open Maker Machine PLUS est terminé.**

**Bravo ! Vous allez enfin pouvoir passer à l'action.**

**La suite se trouve dans le document « Prise en main de l'Open Maker Machine PLUS »**

**NOTE : NE METTEZ PAS SOUS TENSION A CE STADE ++**

**Suivre la procédure de mise en route dans le PDF dédié.**