

# MINITHREAD

## Guide utilisateur



Nom du document :

GUIDE UTILISATEUR MINITHREAD V1.0

Révision :

003

Guide utilisateur | G.Pailleret

## Table des révisions

Révision	Détails	Auteur	Date
000	Création du document	G.Pailleret	21/11/2020
001	Modification mineure Ajout calcul formule offset variable dans Annexe 3	G.Pailleret	21/11/2020
002	Rajouts de détails dans différentes sections. Mise à jour de la doc en fonction du logiciel 1.1.0. Documentation écrite pour un choix de langue « FR »	G.Pailleret	29/11/2020
003	Ajout des profils Sphère et cône en intérieur / extérieur et gauche /droite de la version logiciel 1.2.0.	G.Pailleret	06/12/2020

## Table des matières

<b>1. Présentation</b>	<b>4</b>
1.1 Avertissement	4
1.2 Le projet	4
1.3 Remerciement	4
1.4 Document	4
1.5 Le boîtier MiniThread : les fonctionnalités	4
1.6 Les axes du boîtier	6
1.7 Evolution logiciel	6
1.7.1 1.0.0 : Première version	6
1.7.2 1.1.0	7
1.7.3 1.2.0	7
<b>2. Le boîtier MiniThread</b>	<b>8</b>
2.1 Les interfaces homme – machine	8
2.2 Les connexions externes	8
2.2.1 Prise moteur	9
2.2.2 Prises encodeur	9
2.3 Dimensions	10
2.4 Les spécifications techniques	10
<b>3. Les composants externe au boîtier</b>	<b>10</b>
3.1 L'alimentation du boîtier	10
3.2 Les capteurs de position pour les axes X et Y	10
3.2.1 Fonction	10
3.2.2 Câblage des capteurs	10
3.2.3 Sur mon chariot Schaublin 102 (longitudinal et transversal)	11
3.2.4 Réglage	11
3.3 Le capteur de rotation de broche (Axe C)	11
3.3.1 Fonction	11
3.3.2 Choix du capteur	12
3.3.3 Choix du capteur dans mon système	12
3.3.4 Câblage du capteur de rotation	12
3.3.5 Réglage	13
3.4 La motorisation du longitudinal (Axe X)	13
3.4.1 Fonction	13
3.4.2 Choix du moteur / Tension d'alimentation / Driver	13
3.4.3 Câblage	13
3.4.4 Réglage	14
3.4.5 Le choix fait	14
<b>4. Utilisation du boîtier</b>	<b>15</b>

4.1	Rappel .....	15
4.2	La navigation.....	15
4.3	Ecran de travail.....	16
4.4	Réglage du boîtier.....	17
4.4.1	Exemple de réglage .....	19
4.5	Menu des axes X et Y .....	19
4.6	Menu des raccourcis .....	20
4.7	Menu du moteur 1 (longitudinal) .....	21
4.7.1	Mode Manuel du moteur : « <b>MANU</b> ».....	25
4.7.2	Mode Automatique du moteur : « <b>AUTO</b> ».....	26
4.7.3	Mode filetage extérieur normal: « <b>TH EXT N</b> ».....	27
4.7.4	Mode filetage extérieur inversé: « <b>TH EXT I</b> » .....	29
4.7.5	Mode filetage intérieur normal: « <b>TH INT N</b> » .....	31
4.7.6	Mode filetage intérieur inversé: « <b>TH INT I</b> » .....	33
4.7.7	Reprise d'un filetage endommagé .....	35
4.7.8	Mode Cône à droite: « <b>PROFIL</b> » .....	36
4.7.9	Mode Sphère à droite: « <b>PROFIL</b> ».....	38
4.7.10	Messages d'alertes pendant les modes du moteur .....	40
5.	<b>Annexe</b> .....	<b>42</b>
5.1	Annexe 1 : Le moteur pas à pas.....	42
5.1.1	Le moteur pas à pas .....	42
5.1.2	Modes de pas.....	42
5.1.3	Contrôle de mouvement linéaire .....	43
5.1.4	Connexion en série ou connexion en parallèle.....	43
5.2	Annexe 2 : Vitesse et accélération des moteurs pas à pas .....	44
5.3	Annexe 3 : Explication du fonctionnement du filetage .....	45
5.4	Annexe 4 : La partie hardware de la carte .....	48
5.4.1	Le microcontrôleur .....	48
5.4.2	Supply .....	49
5.4.3	Motor .....	49
5.4.4	Encoder .....	50
5.4.5	Keyboard .....	50
5.4.6	Display .....	51
5.4.7	Prog .....	52
5.5	Annexe 5 : Mise à jour logiciel du boîtier.....	53
5.5.1	Branchement .....	53
5.5.2	Programmation.....	54

# 1. PRESENTATION

## 1.1 Avertissement

**ATTENTION : Veuillez lire et comprendre l'intégralité du présent manuel avant de tenter d'installer ou de faire fonctionner le boîtier MiniThread pour éviter tous risques d'accident grave.**

**ATTENTION : Le boîtier MiniThread est un développement Open source (hardware, software, mécanique). Je ne suis pas responsable des dommages que sa mauvaise utilisation ou une défaillance du boîtier pourraient occasionner. Soyez conscient des risques que vous prenez.**

**Toutes reproductions à des fins commerciales est interdites ! Me contacter si besoin.**

## 1.2 Le projet

Le boîtier MiniThread est un développement « DIY » open-source développé par Guillaume Pailleret (pseudo Pailpoe sur le forum français [www.usinages.com](http://www.usinages.com) ). Il représente des centaines d'heure de travail étalé sur 2 ans pour concevoir la carte, le logiciel, la mécanique et la documentation associée !

Le logiciel est disponible sur mon dépôt github : <https://github.com/pailpoe/MiniThread>

Adresse email de contact : [minithread@laposte.net](mailto:minithread@laposte.net)

## 1.3 Remerciement

Je tiens à remercier les personnes sans qui ce projet n'aurait jamais vu le jour :

- Roger Clarke pour le Core Arduino pour STM32F103 qui m'a énormément simplifié le travail ( [https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino\\_STM32](https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32) )
- Alexander 'Spirik' Spiridonov pour sa librairie de gestion de menus GEM qui est le cœur du système et qui m'a donné envie de relancer le projet en pause depuis 1 an (<https://github.com/Spirik/GEM>) .
- Mike McCauley pour sa librairie de gestion des moteurs pas à pas AccelStepper qui m'a servi pour la mise en place de l'accélération (<https://www.airspayce.com/mikem/arduino/AccelStepper/>).
- Les membres du forum Usinages.com qui m'ont motivé à avancer.

## 1.4 Document

Ce document à plusieurs objectifs :

- Expliquer comment utiliser le boîtier MiniThread.
- Expliquer comment le régler.
- Expliquer comment choisir les composants externes comme les capteurs de position, les moteurs et les drivers.
- ...

## 1.5 Le boîtier MiniThread : les fonctionnalités

Le boîtier MiniThread est destiné à offrir des fonctionnalités supplémentaires à un tour à métaux. Les fonctions dépendent de l'équipement du tour :

## Fonctionnalités du boîtier MiniThread en fonction de l'équipement

	Capteur sur le X Axe longitudinal	Capteur sur le Y Axe transversal	Capteur sur le C Axe de broche	Moteur sur le X Axe longitudinal	Moteur sur le Y Axe transversal
<b>Général</b>					
Interface multi langue : Français et Anglais					
Sauvegarde des réglages à la remise sous tension					
<b>DRO fonctions (affichage de position)</b>					
Affichage de la position de l'axe X au 1/1000 de mm	X				
Remise à zéro de l'axe X	X				
Affichage de la position de l'axe Y au 1/1000 de mm		X			
Remise à zéro de l'axe Y		X			
Mode diamètre pour l'axe Y		X			
Entrer d'une valeur pour un axe (ex : 12.5)	X	X			
Correcteur d'outils (10 outils) sur X et Y	X	X			
Mode Absolu / relatif pour les axes X et Y	X	X			
Affichage de la vitesse de la broche en tour/min			X		
Affichage de la position de la broche sur un tour en degré			X		
<b>Fonctions de chariotage sur longitudinal</b>					
Chariotage Automatique ou manuel sur butée électronique				X	
Ajustement rapide des butées électronique en Manuel				X	
Réglage des butées, déplacement des butées, ...				X	
Passage en mode rapide « bouton »				X	
<b>Fonctions de filetage</b>					
Filetage semi-automatique entre butées électronique (int, ext, gauche et droite).			X	X	
Décalage dans le pas pour la reprise de filets endommagés			X	X	
Descente oblique avec choix de l'angle en degré		X	X	X	
<b>Fonctions de profil (sphère, cône)</b>					
Profil en mode semi-automatique (l'opérateur gère le transversal en manuel)		X		X	
Profil à droite		X		X	
Profil à gauche		X		X	
Profil intérieur		X		X	
Profil extérieur		X		X	

Sphère (choix du rayon, de la position)		X		X	
Congé (choix de l'angle, de la longueur)		X		X	

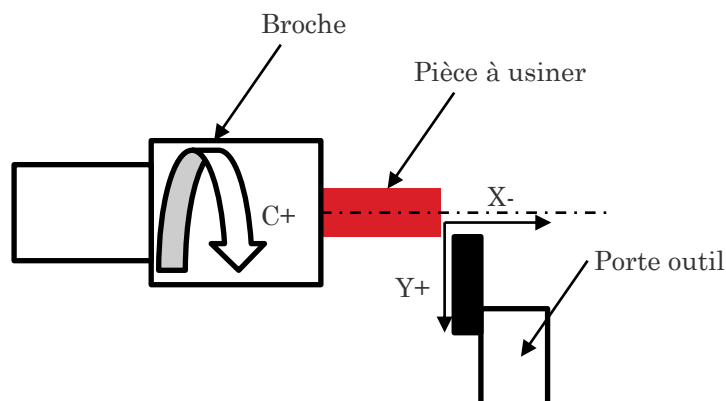
Le boîtier a été développé à la base pour être monté sur un tour d'outilleur type Schaublin 102 mais il peut être monté sur d'autres tours de plus ou moins grande taille en adaptant certains composants externes au boîtier.

Exemple de réalisations possible avec le boîtier :



## 1.6 Les axes du boîtier

Les axes sont assignés de cette façon sur le boîtier (qui diffère du standard !!). Cette notation est historique au projet et sera peut-être changée si j'ai le temps.



- Le sens de rotation normal de la broche est donc en C+
- Le X est sur le longitudinal (X- on s'écarte de la pièce)
- Le Y est sur le transversal (Y+ on s'écarte de la pièce)

## 1.7 Evolution logiciel

### 1.7.1 1..0.0 : Première version

Fonctionnalités :

- Affichage en mm des axes X et Y (règles avec sortie en quadrature)
- Coord absolue / relatifs pour X et Y
- Configuration sens et résolution pour X et Y
- Entrée d'une valeur sur X et Y

- Mode diamètre sur Y
- Affichage axe C (broche) vitesse en tour/min et position en degré
- Configuration sens et résolution pour C
- Gestion d'un moteur sur l'axe X (longitudinal)
  - Gestion de l'accélération / décélération
  - Réglage Vitesse Max, Accélération, Pas vis, ....
  - Butée électronique Min et Max
  - Mode automatique et manuel avec vitesse rapide et changement de vitesse
  - Modes filetage synchronisé
    - Extérieur sens 1 (pas à droite)
    - Extérieur sens 2 (pas à gauche)
    - Intérieur sens 1 (pas à gauche)
    - Intérieur sens 2 (pas à droite)
    - Choix du pas par incrément de 1/100 de mm
    - Du décalage dans le pas entre 0° et 360°
    - Attaque droite ou oblique avec choix de l'angle sur tous les modes de filetage
    - Bridage logiciel pour éviter les crashes de l'outil

Limitations :

- Le moteur 2 n'est pas encore commandé
- Correcteurs d'outils non fonctionnelles

Bugs :

- Pas de bugs connus

### 1.7.2 1.1.0

Fonctionnalités :

- 1.0.0 +
- Ajout de la gestion multi langue dans le menu settings (Anglais et Français). La langue par défaut est le français.
- Ajout du sous menu accès rapide pour gagner du temps.
- Touches en mode MANU pour ajustement des fins de course du moteur.
- Redesign des messages d'alerte qui sont maintenant aussi en français.
- Bridage en filetage oblique du décalage au demi pas en cas plongée trop profonde.
- Possibilité de se décaler dans le pas pendant le filetage plus facilement pour la reprise d'une vis endommagée. La broche doit être arrêtée pour faire cet ajustement pendant le cycle de filetage.
- Ajout communication limitée en USB (envoi des positions X, Y, C et M en continu).
- Ajout d'un petit jeu « Snake »

Limitations :

- Le moteur 2 n'est pas encore commandé
- Correcteurs d'outils non fonctionnelles

Bugs :

- Correction de bugs mineur

### 1.7.3 1.2.0

Fonctionnalités :

- 1.1.0 +
- Ajout des profils Sphère et cône



- INT / EXT
- LEFT / RIGHT
- Mise en place de gem 1.2.4
- Ajout du paramètre backlash pour le transversal.
- Modifications mineures.

Limitations :

- Le moteur 2 n'est pas encore commandé
- Correcteurs d'outils non fonctionnelles
- Profondeur de passe constante en mode PROFIL. L'angle du cône n'est pas prit en compte pour compenser la profondeur de passe.

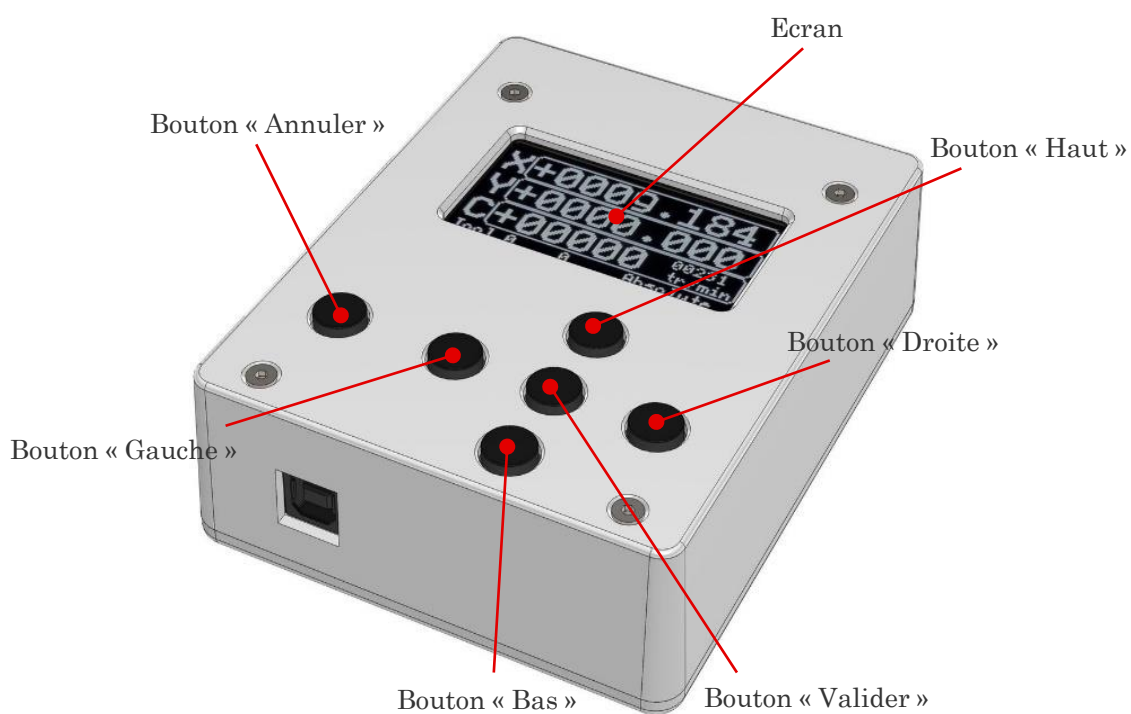
Bugs :

- Correction de bugs mineur

## 2. LE BOITIER MINITHREAD

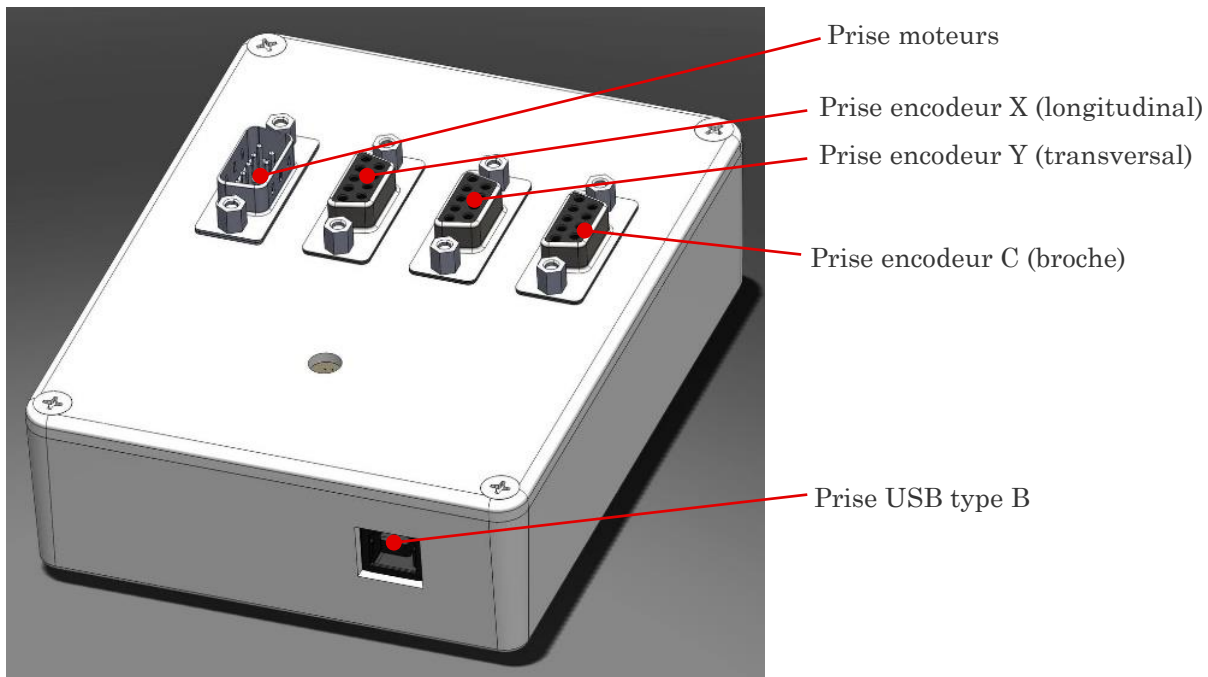
### 2.1 Les interfaces homme – machine

- Le boîtier est muni d'un écran Oled de 128x64 pixels de 2,42 pouces
- 6 boutons servant pour la navigation
- Une prise USB type B servant à l'alimentation



### 2.2 Les connexions externes

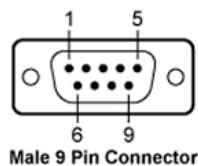
Le boîtier est muni de 4 prises Sub-D 9 broches pour le branchement des moteurs et des encodeurs



Voir plus loin dans la documentation pour le choix des composants externe au système.

### 2.2.1 Prise moteur

Prise : Sub-D 9 mâle



Moteur 1 : X (longitudinal)

Moteur 2 : Y (transversal)

Mode : sortie en mode « Step, Dir, En ».

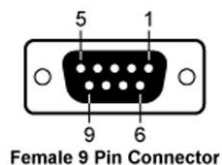
Le +5v présent sur la prise est directement repris de l'alimentation USB.

Broche	Assignment	Description	Type
1	+5V MOT 1	+5v moteur 1	
2	EN MOT 1	Activation moteur 1	Sortie collecteur ouvert
3			
4	EN MOT 2	Activation moteur 2	Sortie collecteur ouvert
5	+5V MOT 2	+5v moteur 2	
6	STEP MOT 1	Step moteur 1	Sortie collecteur ouvert
7	DIR MOT 1	Direction moteur 1	Sortie collecteur ouvert
8	DIR MOT 2	Direction moteur 2	Sortie collecteur ouvert
9	STEP MOT 2	Step moteur 2	Sortie collecteur ouvert

Sortie du type collecteur ouvert avec un courant maximum de 140mA

### 2.2.2 Prises encodeur

Prise : Sub-D 9 femelle



Le boîtier est muni de 3 prises pour des encodeurs en quadrature (A, B) alimentées en +5v. Il a été fait le choix de ne pas intégrer la gestion des complémentaires A/ et B/ dans le boîtier (RS422) mais il est possible de connecter les signaux A et B sans les complémentaires en entrée de boîtier (les

Broche	Assignment	Description	Type
1	/		
2	GND	Gnd de l'encodeur	
3	/		
4	/		
5	/		
6	A	Signal A de l'encodeur	Voir en dessous
7	+5V	+5v de l'encodeur	
8	B	Signal B de l'encodeur	Voir en dessous
9	/		

niveaux sont acceptables pour que le boîtier puisse les décoder).

Le +5v présent sur la prise est directement repris de l'alimentation USB.

Voir les spécifications du 74HC4050D pour plus de détails sur les niveaux acceptables. Le circuit d'entrée est alimenté en 3v3 en interne.

Niveau bas : Max 0,9v

Niveau haut : Min 2,32v, Typ = 1,85v

## 2.3 Dimensions

A compléter

## 2.4 Les spécifications techniques

Quelques spécifications techniques importantes.

Paramètre	Description	Unité	Min	Max
<b>Vdd_USB</b>	Tension d'alimentation du boîtier (fournit par le port USB)	V	4,5	5,5
<b>I_USB</b>	Courant consommé par le boîtier sur le port USB sans capteurs branchés	mA	/	250
<b>MotorMaxFreq</b>	Fréquence maximum des signaux Step sur les sorties moteur	Hz	/	30K
<b>EncoderMaxFreq</b>	Fréquence maximum des encodeurs après décodage en quadrature	Hz	/	1m

## 3. LES COMPOSANTS EXTERNE AU BOITIER

### 3.1 L'alimentation du boîtier

Le boîtier est muni d'une prise USB type B qui permet son alimentation par l'intermédiaire d'un bloc secteur type « téléphone ». La puissance minimum du boîtier secteur doit être choisit pour permettre l'alimentation du boîtier MiniThread ainsi que les différents capteurs (règle linéaire et encodeur de rotation).

Un courant de sortie de 1A (5w) semble être un bon choix pour le bloc secteur servant à alimenter le boîtier.



### 3.2 Les capteurs de position pour les axes X et Y

#### 3.2.1 Fonction

Deux capteurs peuvent être installer sur les axes X et Y.

Ces 2 capteurs ne sont pas obligatoires pour le fonctionnement du système mais il est fortement recommandé de les installer pour profiter de certaines fonctionnalités.

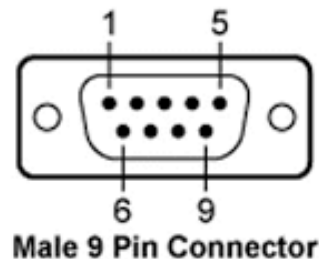
Mon chariot est équipé de capteurs de déplacement magnétique qui sortent des signaux en quadrature (développé sur un autre projet). Il est possible d'utiliser des capteurs plus standard en verre ou des capteurs magnétiques.



#### 3.2.2 Câblage des capteurs

(RAPPEL)

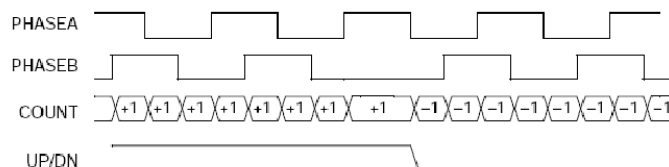
Les capteurs en quadrature de type règle en verre ou magnétique sont souvent munis d'une prise Sub D 9 points mâle. Ce câblage a donc été appliqué sur l'ensemble des capteurs du système. Il est bien sûr possible de changer ce câblage si on utilise une autre assignation sur ses capteurs.



Broche	Assignment
1	/
2	GND
3	/
4	/
5	/
6	A
7	+5V
8	B
9	/

### 3.2.3 Sur mon chariot Schaublin 102 (longitudinal et transversal)

Des capteurs magnétiques de fabrication personnelle sont installés. Ils utilisent des capteurs magnétiques de chez AMS, des AS5311. Ces capteurs sortent directement les signaux en quadrature A et B.



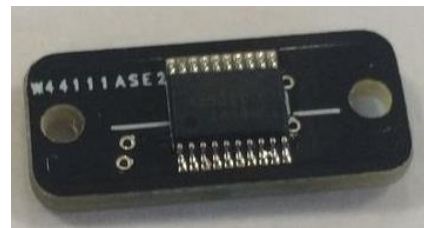
Les circuits ont été intégrés dans un boîtier usiné en aluminium et de la résine a été coulé.

La bande magnétique a été intégrée directement dans les chariots (fraisage) puis une protection inox a été posée devant (bande inox de 0,1mm d'épaisseur sur 12mm de large).

Voir mon projet dédié à ces capteurs.

Voir le site d'AMS pour plus de détails.

<https://ams.com/as5311>



### 3.2.4 Réglage

Le réglage des paramètres des règles se fait dans le menu settings (X et Y). Il est possible de régler pour chaque capteur sa résolution en step/mm ainsi que le sens de lecture.

Les réglages sont sauvegardés dans la mémoire non volatile et seront rétablis à la remise sous tension du boîtier.

#### Exemple :

Pour une règle en verre ayant une résolution de 5µm, la résolution sera réglée à 200 step/mm

Le capteur AMS / AS5311 que j'utilise sur mes règles à une résolution de 512 step/mm

## 3.3 Le capteur de rotation de broche (Axe C)

### 3.3.1 Fonction

Cette fonction a pour objectif de mesurer la position de la broche du tour pendant le fonctionnement du système.

Elle est réalisée par un capteur rotatif en quadrature sortant 2 signaux A et B en quadrature.

Le boîtier MiniThread ne gère pas les signaux complémentaires A/ et B/. Il n'est donc pas nécessaire de les câbler sur le boîtier.



### 3.3.2 Choix du capteur

Il faut choisir un capteur ayant une résolution suffisante. Le système a été mis au point avec une résolution de 1200 point par tour d'axe de broche après le décodage en quadrature et la réduction mécanique de 3.

Il faudra veiller à la vitesse maximum acceptable par le capteur pour ne pas dépasser ses capacités en fonctions de la vitesse maximum de la broche.

Un capteur de 100 PPR (Pulses Per Revolution) aura une résolution de 400 pas/tour avec décodage des signaux A et B en quadrature (prise en compte des fronts montants et descendants sur les voies A et B).

### 3.3.3 Choix du capteur dans mon système

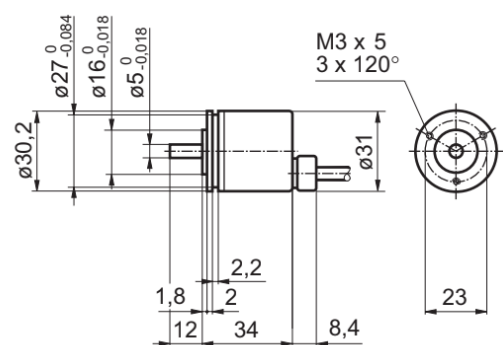
Le capteur utilisé vient de chez Baumer Ref : BDK 16.05A100-5-4

Ce choix a été fait pour sa disponibilité pendant la conception !

C'est un capteur PPR=100 pas/tour qui avec un décodage X4 (fronts montants et descendants sur les canaux A et B) donne une résolution de 400 pas/tour d'axe. Il est muni d'un axe de 5mm.

La liaison entre le codeur et la broche s'effectue par 2 poulies avec un pas T2.5 (2.5mm de pas). Une poulie de 20 dents (alésée à 5 mm) qui est montée sur le codeur et une poulie de 60 dents qui est montée sur la broche (alésée à 29mm). Une courroie de 6mm de large (T2.5) de 168 dents a été choisie.

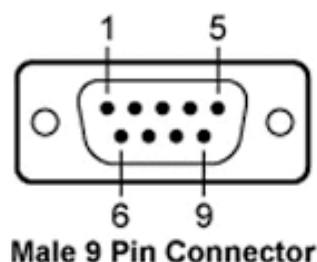
Le codeur donnant une résolution de 400 pas/tour associé à une réduction de 3 par le système poulie / courroie nous donne une résolution de 1200 pas/tour pour la position broche.



### 3.3.4 Câblage du capteur de rotation

(RAPPEL)

Les capteurs en quadrature de type règle en verre ou magnétique sont souvent munis d'une prise Sub D 9 points mâle. Ce câblage a donc été appliqué sur l'ensemble des capteurs du système. Il est bien sûr possible de changer ce câblage si on utilise une autre assignation sur ses capteurs.



Broche	Assignment
1	/
2	GND
3	/
4	/
5	/
6	A
7	+5V
8	B
9	/



### 3.3.5 Réglage

Le réglage des paramètres du capteur de rotation se fait dans le menu settings (C). Il est possible de régler sa résolution en step/tr ainsi que le sens de lecture. La résolution rentrée doit prendre en compte le décodage de la quadrature ainsi que la réduction mécanique si elle est présente.

Les réglages sont sauvegardés dans la mémoire non volatile et seront rétablis à la remise sous tension du boîtier.

#### Exemple :

Capteur de 100 PPR avec une réduction mécanique de 3 :  $100 \times 4 \times 3 = 1200$ , la résolution sera de 1200 step/tr.

## 3.4 La motorisation du longitudinal (Axe X)

### 3.4.1 Fonction

Cette fonction a pour objectif de faire l'interface entre la sortie moteur du boîtier et la mise en rotation de la vis de déplacement. Elle utilise pour cela plusieurs composants :

- Un moteur pas à pas
- Un driver pour moteur pas à pas
- Une alimentation de puissance pour l'alimentation du driver

### 3.4.2 Choix du moteur / Tension d'alimentation / Driver

A compléter

### 3.4.3 Câblage

(RAPPEL)

Le boîtier MiniThread est munit de 2 sorties moteurs qui sont disponibles sur une prise

Broche	Assignment	Type
--------	------------	------



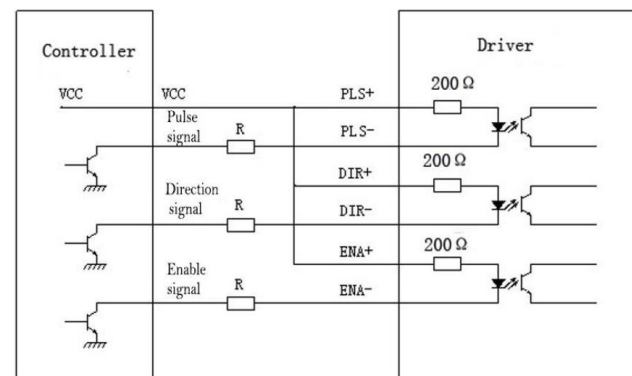
SubD 9 broches male. Le moteur 1 est assigné au moteur du longitudinal (X) et le moteur 2 au transversal (Y).

Les sorties sont du type **collecteur ouvert**.

1	+5V MOT 1	
2	EN MOT 1	Sortie collecteur ouvert
3		
4	EN MOT 2	Sortie collecteur ouvert
5	+5V MOT 2	
6	STEP MOT 1	Sortie collecteur ouvert
7	DIR MOT 1	Sortie collecteur ouvert
8	DIR MOT 2	Sortie collecteur ouvert
9	STEP MOT 2	Sortie collecteur ouvert

Exemple de câblage (documentation d'un driver moteur type DM542). Pour un fonctionnement sous 5v, il n'y a normalement pas besoin de rajouter des résistances de limitation du courant sur les sorties (R sur le schéma).

Vcc = +5v



### 3.4.4 Réglage

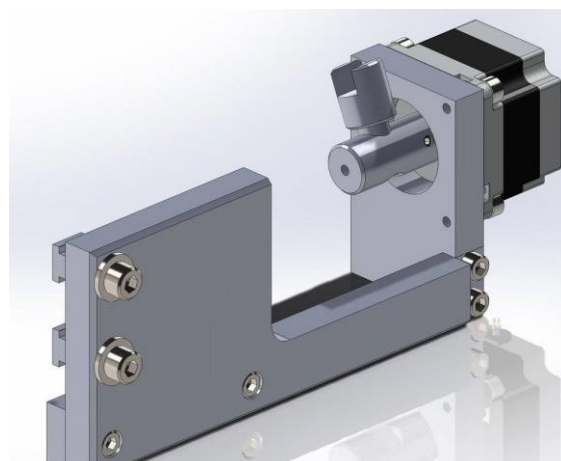
Les réglages du moteur1 se trouve dans le menu settings.

- **M1 dir** : Direction du moteur 1 (coché pour inverser le sens de rotation)
- **M1 step/tr** : Suivant le réglage fait sur le driver, rentrer le nombre de pas par tour (exemple : 1600)
- **M1 thread** : Pas de la vis entraînée par le moteur (exemple : 200 pour 2mm)
- **M1 accel** : Accélération du moteur en  $\text{step/s}^2$  (voir l'Annexe 2 pour plus de détails sur le choix de l'accélération).
- **M1 speed** : Vitesse maximum du moteur  $\text{step/s}$ , cette vitesse sera la vitesse maximum pendant les phases automatique comme le filetage ainsi que pour les retours rapides (voir l'Annexe 2 pour plus de détails sur le choix de la vitesse maximum).

### 3.4.5 Le choix fait

Pour l'entraînement longitudinal du chariot Schaublin 102, il a été choisi de ne pas modifier le chariot d'origine donc le moteur entraine directement la manivelle. L'ensemble est fixé sur la table par l'intermédiaire des 2 rainures déjà présentes. Les plans mécaniques de cet accessoire sont disponibles si besoin.

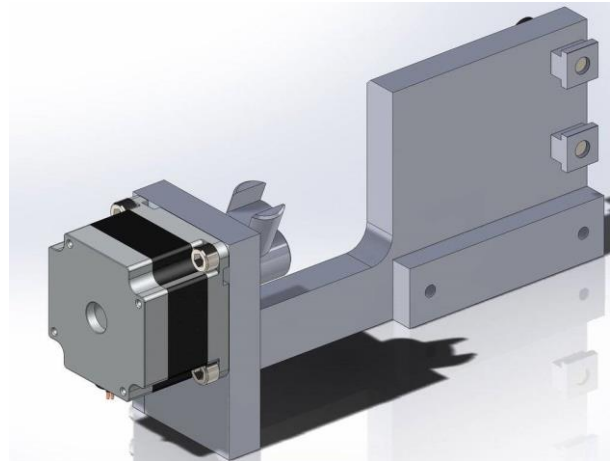
- Moteur pas à pas Nema 23
- Driver DM542
- Alimentation 24v/4A
- Le driver est configuré à 1600 pas/tour, 2,3A



- Le pas de la vis du chariot est de 2mm/tour

Les performances sont conformes aux attentes avec un montage très rapide sur le chariot en vissant les 2 vis. On peut donc rapidement repasser en manuel sur les 2 axes.

Même si maintenant, l'entraînement reste à demeure sur le chariot et je ne manipule plus les X manuellement.

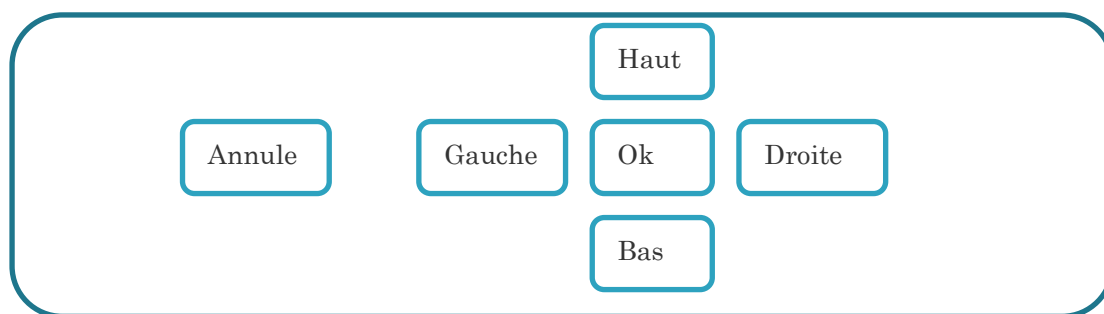


## 4. UTILISATION DU BOITIER

Les captures d'écran ont été réalisés en langue française.

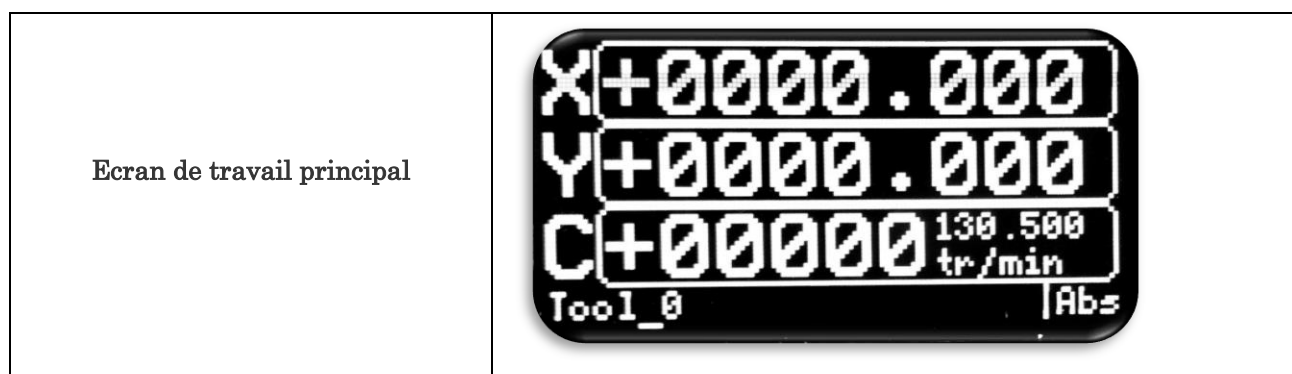
### 4.1 Rappel

Le boîtier est muni de 6 touches pour la navigation dans les menus et d'autres fonctions et d'un écran graphique de 128x64 pixels.



### 4.2 La navigation

Le système est composé d'un menu avec des sous menus permettant d'ajuster les différents paramètres du système ainsi que d'un écran de « travail ».



On rentre dans le menu depuis l'écran de travail en appuyant sur la touche « Annuler »



Ecran des menus	
Ecran des menus ( Anglais)	

Le retour depuis le menu à l'écran de travail se fait en positionnant le curseur sur « Return to screen » et en validant avec la touche « OK ».

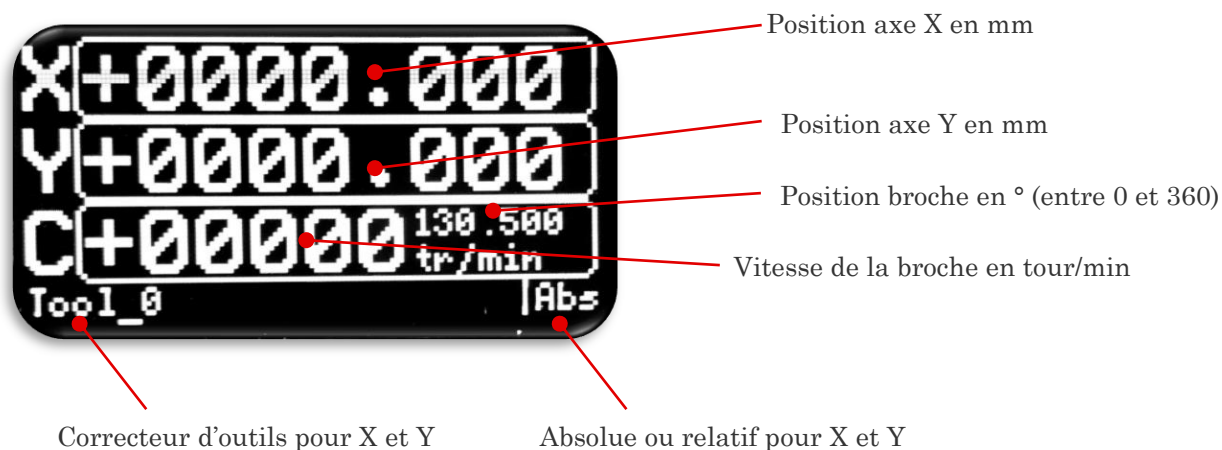
Dans le menu et les sous menus, la navigation s'effectue avec les touches « Haut » et « Bas », on peut éditer une valeur ou rentrer dans un sous-menu avec la touche « OK », la touche « Cancel » permet d'annuler l'éditation en cours ou de retourner dans le menu supérieur.

L'ergonomie est assez intuitive.

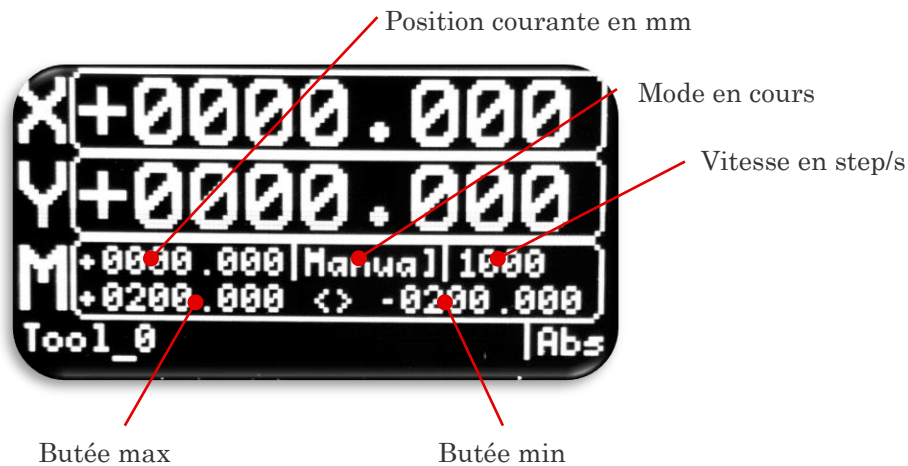
[L'interface est traduite en 2 langues\(français et anglais\) \(voir le menu réglage pour le changement de la langue de l'interface\).](#)

### 4.3 Ecran de travail

L'écran de travail peut être modifié en appuyant sur la touche « OK » comme par exemple afficher l'état de la broche ou les informations moteur. Pendant la rotation du moteur, cette touche est attribuée à la vitesse rapide (il est alors impossible de voir les informations de la broche).



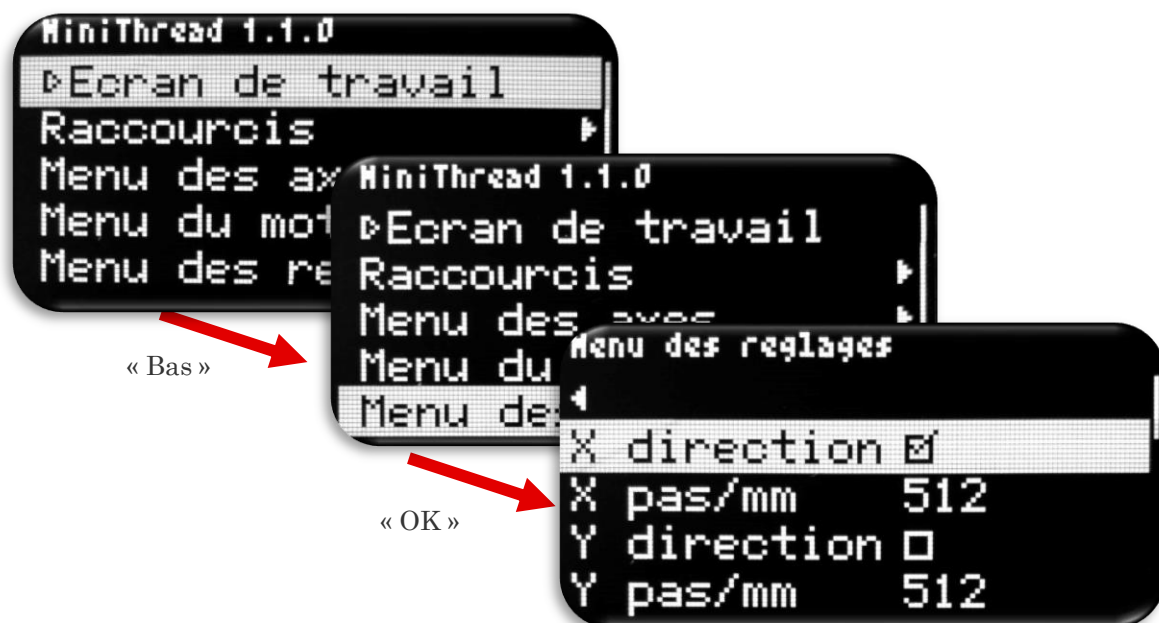
Et donc en appuyant sur « Ok », on arrive à cet affichage (les informations de l'axe C sont remplacées par les informations du moteur pas à pas 1 sur le X) :



Certaines touches de la navigation sont réattribuées pendant certaines actions avec le moteur.

#### 4.4 Réglage du boîtier

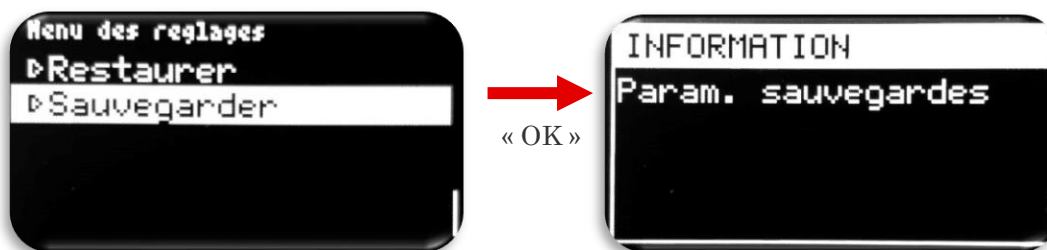
Avant toute opération, le boîtier a besoin d'être réglé, il faut se rendre dans le sous menu réglage depuis le menu principal :



L'ensemble des paramètres de réglage se trouvent dans ce menu. Ils seront sauvegardés et restaurés par la suite à la remise sous tension du boîtier.

<i>Elément Fr</i>	<i>Elément En</i>	<i>Type</i>	<i>Description</i>
<b>X direction</b>	X dir	A cocher	Sens de lecture du capteur de l'axe X. En cochant cette case, le sens change. <b>La valeur de X doit augmenter quand l'outil revient vers la broche.</b>
<b>X pas/mm</b>	X step/mm	Nombre entier	Nombre de Pas/mm du capteur de l'axe X (entre 1 et 10000).
<b>Y direction</b>	Y dir	A cocher	Sens de lecture du capteur de l'axe Y. En cochant cette case, le sens change. <b>La valeur de Y doit augmenter quand l'outil s'écarte de la pièce.</b>
<b>Y pas/mm</b>	Y step/mm	Nombre entier	Nombre de Pas/mm du capteur de l'axe Y (entre 1 et 10000).
<b>C direction</b>	C dir	A cocher	Sens de lecture du capteur de l'axe C (broche). En cochant cette case, le sens change. L'axe C doit être positif en sens normal de la broche
<b>C pas/tr</b>	C step/tr	Nombre entier	Nombre de Pas/mm du capteur de l'axe C (entre 1 et 10000).
<b>Y diamètre</b>	Y diameter	A cocher	Utilisation ou nom de l'affichage au diamètre sur l'axe Y. Si cette case est cochée, un déplacement de 1mm sur l'axe Y sera affiché à 2mm.
<b>M1 dir</b>	M1 dir	A cocher	Sens de rotation du moteur 1 (axe X longitudinal). La valeur de la position moteur doit augmenter quand l'outil revient vers la broche.
<b>M1 pas/tr</b>	M1 step/tr	Nombre entier	Nombre de pas par tour du moteur 1 (entre 1 et 10000). Ce réglage dépend du réglage du driver. Voir l' <b>Annexe 2</b> pour plus de détails.
<b>M1 pas</b>	M1 thread	Nombre entier	Pas en 1/100 de la vis entraînant l'axe X (entre 1 et 10000). Exemple « 200 » pour 2mm
<b>M1 accel.</b>	M1 accel	Nombre à virgule	Accélération du moteur en step/s <sup>2</sup> (entre 1 et 500000). Dépend de l'inertie du système. A ajuster au mieux. Régulé à 60000 sur mon système. Voir l' <b>Annexe 2</b> pour plus de détails.
<b>M1 vitesse</b>	M1 speed	Nombre entier	Vitesse maximum du moteur 1 en step/s (entre 1 et 30000). Cette vitesse est utilisée pendant les passages en vitesse rapide et pendant les phases automatiques comme le filetage. Sur mon système avec un driver réglé à 1600 pas/tour, j'ai mis 12000. Voir l' <b>Annexe 2</b> pour plus de détails.
<b>M1 jeu</b>	M1 back	Nombre à virgule	Jeu au changement de sens de la vis du X en mm. Pour une vis à bille, cette valeur peut être nul.  Cette valeur est utilisé par exemple pour la compensation du jeu dans les profils.
<b>Langue</b>	Language	Liste de choix	Choix de la langue de l'interface et des messages. Français (Fr) ou Anglais (En).
<b>USB com.</b>	USB com.	A cocher	Activation de la communication USB du boîtier s'il est connecté à un ordinateur.
<b>Restaurer</b>	Restore	Bouton	Restaurer les paramètres par défaut
<b>Sauvegarder</b>	Save	Bouton	Enregistrement des réglages dans la mémoire

Après avoir rentré les paramètres, il faut absolument les valider en descendant jusqu'à « Save settings » et en appuyant sur la touche « Ok ». Un message d'information vous avertira de la bonne sauvegarde.



On peut alors revenir à l'écran principal en appuyant sur la touche « Annuler » puis sur l'écran de travail pour vérifier que tout fonctionne correctement.

Il est possible de restaurer les paramètres par défaut en cliquant sur « Restore settings ».

#### 4.4.1 Exemple de réglage

A compléter

### 4.5 Menu des axes X et Y

Le sous menu « Menu des axes » permet de modifier les paramètres des axes X et Y (remise à zéro, entrer une valeur,...)



élément Fr	Elément En	Type	Description
<b>Outils</b>	Tool	Liste de choix	Choix de l'outil pour les correcteurs d'outils
<b>Relatif</b>	Relative	A cocher	Choix entre les coordonnées relatifs ou absolues pour les axes X et Y
<b>X = 0</b>	X= 0	Bouton	Remet à zéro X (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu)

<b>Y = 0</b>	Y = 0	Bouton	Remet à zéro Y (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu)
<b>X = ?</b>	X = ?	Nombre à virgule	Position de l'axe X en mm (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu), il est possible d'éditer cette variable
<b>Y = ?</b>	Y = ?	Nombre à virgule	Position de l'axe Y en mm (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu), il est possible d'éditer cette variable

Pour éditer une variable, rentrer en Edition de la variable en appuyant sur « Ok ». Utiliser les touches « Gauche » / « Droite » pour changer de caractères en édition et « Haut » / « Bas » pour changer la valeur. Finir en validant avec « Ok » ou annuler l'édition en appuyant sur « Annuler ».



Pour les nombres à virgule, il est possible de choisir les caractères **0123456789.-**

## 4.6 Menu des raccourcis

Le sous menu des raccourcis permet de lancer rapidement des actions que l'on utilise souvent. La différence avec les autres menus est que l'on revient au menu de travail quand l'action est lancée.

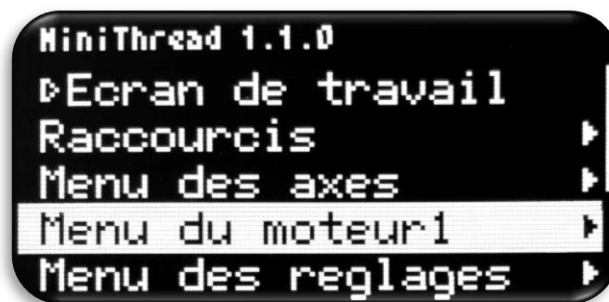
L'appui sur la touche « Ok » depuis l'écran de travail fait revenir directement dans ce menu pour gagner du temps.



<b>X = 0</b>	X = 0	Bouton	Remet à zéro X (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu)
<b>Y = 0</b>	Y = 0	Bouton	Remet à zéro Y (pour les coordonnées en cours relatif ou absolu)
<b>M = 0</b>	M = 0	Bouton	Remet à zéro la position du moteur 1
<b>M1 = M1 max</b>	M1 = M1 max	Bouton	La butée max du moteur1 prend la valeur de la position du moteur 1
<b>M1 = M1 min</b>	M1 = M1 min	Bouton	La butée min du moteur1 prend la valeur de la position du moteur 1
<b>Moteur 1 en manuel</b>	Motor 1 manual	Bouton	Le moteur 1 fonctionne en mode MANU
<b>Moteur 1 en auto</b>	Motor 1 auto	Bouton	Le moteur 1 fonctionne en mode AUTO

## 4.7 Menu du moteur 1 (longitudinal)

Le sous menu « Menu du moteur 1 » permet de modifier les paramètres du moteur 1 installé sur le longitudinal et de choisir les fonctions que l'on souhaite utiliser.

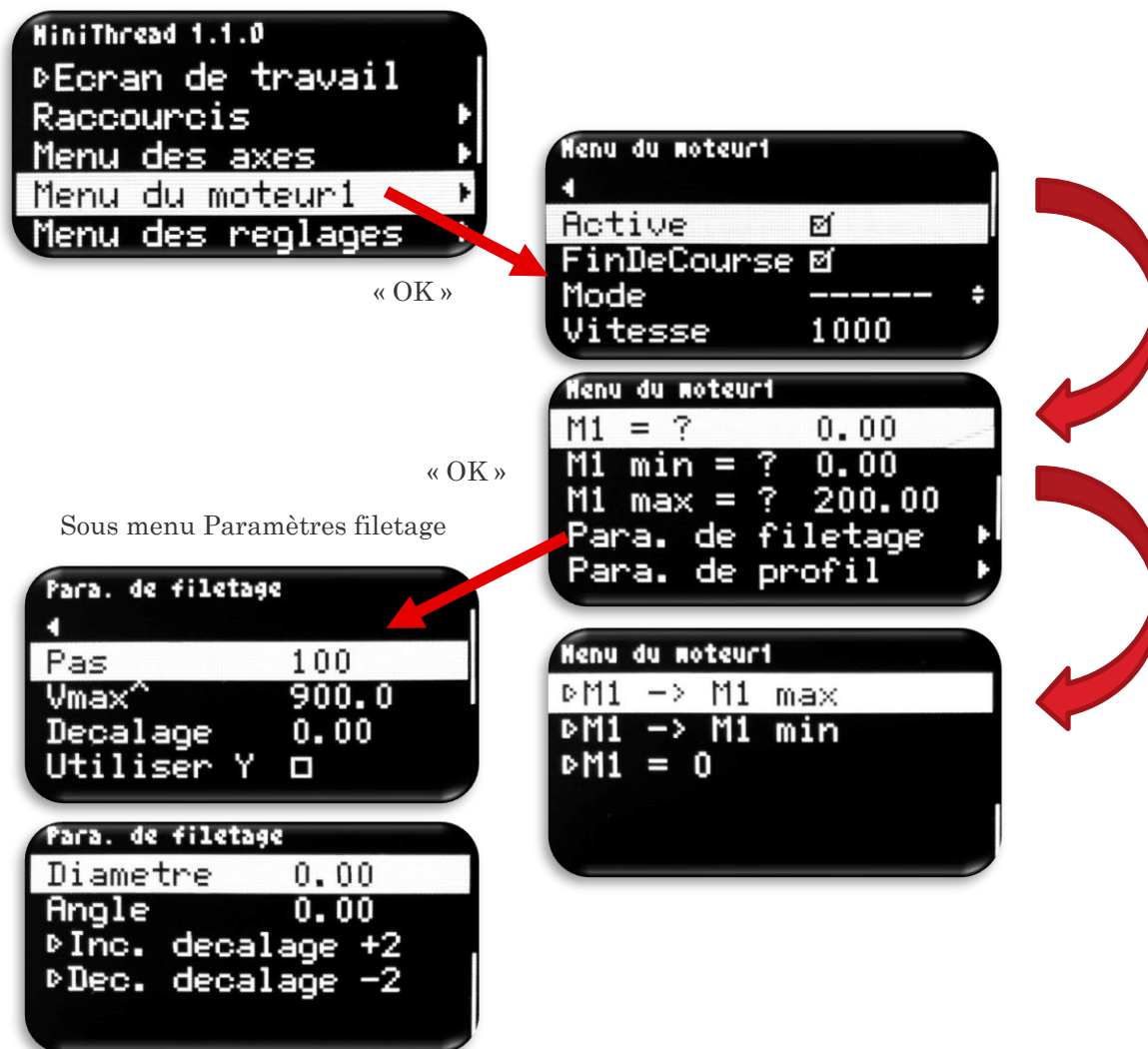


Par défaut, le paramètre « Active » n'est pas coché donc le moteur n'est pas piloté par le driver. L'axe peut alors être tourné librement.



Le menu moteur possède 2 sous menus pour les paramètres du mode filetage et du mode profil.





Elément Fr	Elément En	Type	Description
<b>Active</b>	Use motor	A cocher	Activation du moteur, quand cette case est décochée, le moteur n'est pas en charge
<b>Fin de course</b>	Use limit	A cocher	Utiliser ou non les fins de course électronique. Attention, sans fins de course, le moteur n'a aucune limite.
<b>Mode</b>	Mode	Liste de choix	Choix du mode d'utilisation du moteur : «----- » : Pas de mode « MANU » : Mode manuel « AUTO » : Mode automatique « TH EX N » : Mode filetage extérieur normal ( pas à droite) « TH EX I » : Mode filetage extérieur inversé (pas à gauche) « TH IN N » : Mode filetage intérieur normal (pas à gauche) « TH IN I » : Mode filetage intérieur inversé (pas à droite) « PROFIL » : Mode Profil pour sphère, cône, etc.
<b>Vitesse</b>	Speed	Nombre entier	Vitesse du moteur pour les modes « manu » et « auto » en pas/s

<b>M1 = ?</b>	M1 = ?	Nombre à virgule	Position courante du moteur en mm. Cette valeur est éditable.
<b>M1 min = ?</b>	M1 min = ?	Nombre à virgule	Butée électronique minimum du moteur en mm. Cette valeur est éditable. Sa valeur est inférieure à la butée maximum.
<b>M1 max = ?</b>	M1 max = ?	Nombre à virgule	Butée électronique maximum du moteur en mm. Cette valeur est éditable. Sa valeur doit être supérieure à la butée minimum.
<b>Para. de filetage</b>	Thread parameters	Bouton	Accès au sous menu des paramètres du filetage
<b>Para. de profil</b>	Profil param.	Bouton	Accès au sous menu des paramètres de profil.
<b>M1 -&gt; M1 max</b>	M1 -> M1 max	Bouton	Assigner la position courant du moteur à la butée électronique Max
<b>M1 -&gt; M1 min</b>	M1 -> M1 min	Bouton	Assigner la position courant du moteur à la butée électronique Min
<b>M1 = 0</b>	M1 = 0	Bouton	Mettre à zéro la position courante du moteur

Sous menu pour les paramètres de filetage « para. de filetage » :



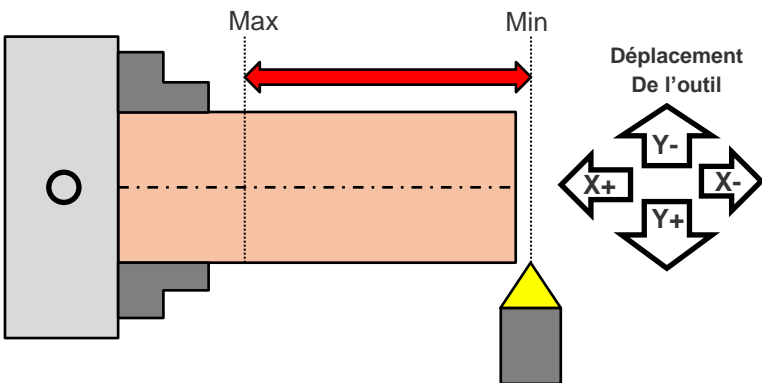

<i>Elément Fr</i>	<i>Elément En</i>	<i>Type</i>	<i>Description</i>
<b>Pas</b>	Thread	Nombre entier	Pas du filetage souhaité en 1/100 de mm pour le mode filetage. Exemple « 125 »
<b>Vmax</b>	Speed max	Nombre à virgule	<b>Valeur non modifiable</b> de la vitesse maximum de la broche en fonction des paramètres système et du pas sélectionné. Si la vitesse de broche est supérieure à cette valeur, le système ne pourra pas suivre.
<b>Décalage</b>	Offset	Nombre à virgule	Offset fixe du filetage en ° entre 0° et 360°. Ce paramètre permet de se décaler dans le pas <b>en plus</b> . A zéro degré, il n'y a pas de décalage, avec 360°, on se décale du pas complet.
<b>Utiliser Y</b>	Use Y	A cocher	Active les fonctions avancées du filetage en utilisant les informations de la règle Y sur le transversal. Quand cette case est cochée : - Le retour en mode rapide est impossible si l'affichage Y est inférieur à « Diamètre » (évite la casse de l'outil). - Attaque oblique en prenant en compte l'axe Y, le diamètre et l'angle -Engagement du filetage impossible si l'axe Y est supérieur à « Diamètre »
<b>Diamètre</b>	Diameter	Nombre à virgule	Diamètre extérieur du filetage en mm, cette valeur est utilisée pour les sécurités logiciels et le calcul du décalage variable en fonction de l'angle et du diamètre (attaque oblique de l'outil).
<b>Angle</b>	Angle	Nombre à virgule	Angle de la plongée oblique en ° entre 0 et 45°. Pour un pas métrique, l'angle est de 30°.
<b>Inc. Decalage +2</b>	Inc Offset +2	Bouton	Ajoute 2° au paramètre Décalage. Ce bouton permet de régler plus rapidement le décalage
<b>Dec. Decalage -2</b>	Dec Offset -2	Bouton	Enlève 2° au paramètre Décalage. Ce bouton permet de régler plus rapidement le décalage

Sous menu pour les paramètres de profils « para. de profil » :



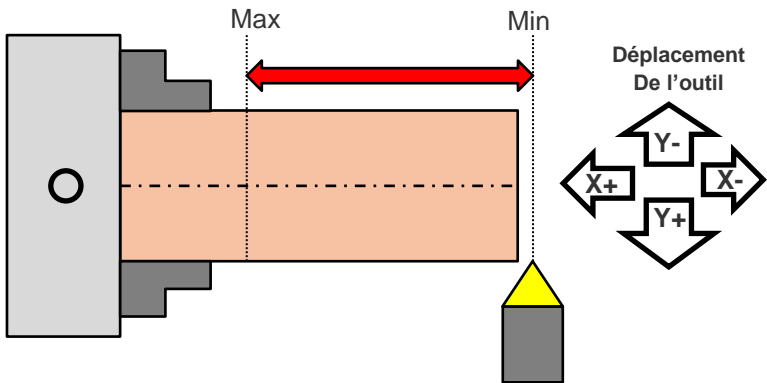



<i>Elément Fr</i>	<i>Elément En</i>	<i>Type</i>	<i>Description</i>
<b>Profil</b>	Profil	Liste de choix	Choix du profil : « CONE » : Cône « SPHERE » : Sphère
<b>Direction</b>	Direction	Liste de choix	Choix de la direction : « LEFT » : Profil de droite à gauche « RIGHT » : Profil de gauche à droite
<b>Position</b>	Position	Liste de choix	Choix de la position : « EXT » : Profil en extérieur « INT » : Profil en intérieur
<b>Passe</b>	Deep	Nombre à virgule	Profondeur de passe en mm <b>sur le rayon</b>
<b>Diamètre</b>	Diameter	Nombre à virgule	Diamètre extérieur du profil en mm
<b>Dia. ret</b>	Dia. Ret	Nombre à virgule	Diamètre de retour utilisé si le profil est dans la matière. La matière entre le diamètre de retour et le diamètre sera enlevée. <u>Exemple :</u> Barre de 20mm Profil à 18mm de diamètre Mettre 20mm pour le diamètre de retour.
<b>Angle</b>	Angle	Nombre à virgule	Angle en degré du cône. Mettre 45° pour un chanfrein, mettre 0° pour une gorge.
<b>Longueur</b>	Lenght	Nombre à virgule	Longueur du cône en mm sur l'axe X
<b>Rayon</b>	Radius	Nombre à virgule	Rayon de la sphère en mm

## 4.7.1 Mode Manuel du moteur : « MANU »

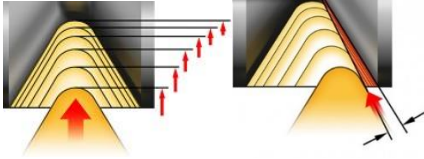

Motor Mode	Manual
<i>Pour faire quoi ?</i>	Le mode manuel permet de déplacer l'outil de gauche à droite en maintenant le bouton « Gauche » ou « Droite » appuyé. Le déplacement est borné par les butées « M1 min » et « M1 max » si « FinDeCourse » est coché. Il est possible de se déplacer en vitesse normal ou en vitesse rapide (pour revenir rapidement à son point de départ par exemple).
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	Dans le menu « Menu du moteur 1 » → « Mode » = « MANU » Ou dans le menu de raccourcis pour plus de rapidité.  
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max et je choisis la bonne vitesse. <b>Je peux changer les fins de course à tout moment dans le menu.</b></li> </ul>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Avec les boutons « Gauche » ou « Droite » <b>appuyés en permanence</b>, l'outil se déplace.</p> <p>Il est possible d'ajuster les butées en appuyant sur « Haut » ou « bas » pendant que les touches « Gauche » ou « droite » sont appuyées.</p> <p>Appui sur « Haut » et « Bas » pour changer la vitesse quand le moteur ne se déplace pas.</p> <p>Appui sur « OK » pour passer en vitesse rapide et tant que le bouton est appuyé (vitesse définie dans « Réglage » : « M1 vitesse »), la vitesse revient à sa valeur normale quand le bouton est relâché.</p>
	
<i>Ecran de travail</i>	

## 4.7.2 Mode Automatique du moteur : « AUTO »

Motor Mode	Auto
<i>Pour faire quoi ?</i>	Le mode Automatique permet de déplacer l'outil de gauche à droite par un appui sur bouton « Gauche » ou « Droite ». Le déplacement est borné par les butées « Min » et « Max » si « FinDeCourse » est coché. Il est possible de se déplacer en vitesse normal ou en vitesse rapide (pour revenir rapidement à son point de départ par exemple).
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	<p>Dans le menu « Menu du moteur 1 » : « Mode » = « Auto »</p> <p>Ou dans le menu de raccourcis pour plus de rapidité.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max et je choisis la bonne vitesse. <b>Je peux changer les fins de course à tout moment.</b></li> </ul>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Avec les boutons « Gauche » ou « Droite » je lance un déplacement, l'outil se déplace. Un appui de nouveau sur « Gauche » ou « Droite » arrête le déplacement.</p> <p>Appui sur « Haut » et « Bas » pour changer la vitesse quand le moteur ne se déplace pas.</p> <p>Appui sur « OK » pour passer en vitesse rapide et tant que le bouton est appuyé (vitesse définie dans « Réglage » : « M1 vitesse »), la vitesse revient à sa valeur normale quand le bouton est relâché.</p>
<div style="display: flex; align-items: center;">  </div>	
<i>Ecran de travail</i>	

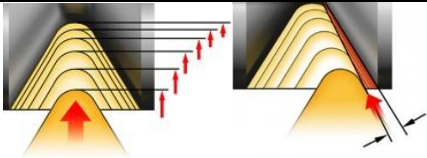

## 4.7.3 Mode filetage extérieur normal: « TH EXT N »

Motor Mode	TH EXT N
<i>Pour faire quoi ?</i>	<p>Le mode « TH EXT N » permet réaliser un filetage extérieur dans le sens normal (pas à droite) en mode semi-automatique sans arrêt de la broche et avec un retour rapide en position initiale. La vitesse maximum possible du moteur entraînant le longitudinal est celle du menu « réglages » paramètre « M1 vitesse ». Il n'est pas nécessaire de prévoir une gorge sur la fin du filetage, la position d'arrêt sera toujours la même. Positionner la butée minimum en dehors de la pièce, le démarrage du filet peut être non conforme dû à l'accélération du moteur en début de cycle (voir l'Annexe 2).</p> <p>L'outil peut être décalé dans le pas à l'aide du paramètre « Décalage » entre 0° et 360°.</p>
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	Dans le menu « Menu du moteur 1 » → « Mode » = « TH EXT N »
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max. <b>Je ne les change plus après.</b></li> <li>Le moteur doit être à son fin de course minimum.</li> <li>La broche doit tourner dans le sens positif ( C+ ) ou être arrêtée et sa vitesse doit être inférieur à la vitesse maximum de filetage calculée par le système ( voir le paramètre « Vmax »).</li> <li>Le pas désiré doit être renseigné dans le paramètre « Pas »</li> <li>Le décalage fixe en degré peut être renseigné si besoin dans le paramètre « Décalage »</li> </ul> <p>Si « Fin de course » est coché, on peut alors profiter des avantages de l'utilisation de la règle sur l'axe Y du transversal comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La pénétration oblique à l'angle désiré</li> <li>Les sécurités logicielles comme l'interdiction du retour rapide si l'outil n'est pas dégagé de la pièce.</li> </ul> <p>Il faut bien penser si « FinDeCourse » est coché de rentrer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre de la pièce en mm dans le paramètre « Diamètre »</li> <li>L'angle de plongée en degré dans le paramètre « Angle ». Un angle de 0° revient à faire une plongée droite. On choisira 30° pour un pas métrique.</li> </ul> <p>Par défaut et sans la prise en compte de la position de l'axe Y du transversal, la pénétration sera droite.</p>

	
<i>Ecran de travail</i>	 <p>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>« WAIT START » : Attente du départ cycle par appui sur le bouton</li> <li>« WAIT SYNC » : Le système synchronise la broche</li> <li>« IN THREAD » : Filetage en cours</li> <li>« WAIT RETURN » : Attente du retour par appui sur le bouton</li> <li>« IN RETURN » : Retour rapide en cours</li> </ul>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le filetage se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer la première passe.</li> <li>2. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « Gauche ».</li> </ol> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, la vérification de la vitesse de la broche se fait à l'appui du bouton.</b>  <b>Si la vitesse est trop rapide par la suite, risque de crash !</b></p> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, Ne pas ajuster l'offset quand la broche est en rotation.</b>  <b>Le faire avec la broche à l'arrêt.</b></p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Le système se synchronise avec la broche puis démarre le filetage. Le filetage se réalise alors jusqu'à la position maximum. Il n'est pas possible d'arrêter le mouvement par un appui touche jusqu'à la position maximum.</li> <li>4. L'opérateur recule le transversal en manuel pour le retour rapide.</li> <li>5. Lancer le retour rapide par un appui sur le bouton « Droite » Le transversal repart à sa position minimum. Attention de bien avoir dégagé l'outil. Si "FinDeCourse" est coché, La valeur de l'afficheur Y doit être supérieure à la valeur renseignée dans « Diameter » (pour éviter de casser l'outil).</li> <li>6. Quand le longitudinal est arrivé à sa position minimum. L'opérateur positionne le transversal pour faire la seconde passe et il reprend à l'étape 1</li> <li>7. Ainsi de suite jusqu'à la fin du filetage...</li> </ol>

## 4.7.4 Mode filetage extérieur inversé: « TH EXT I »

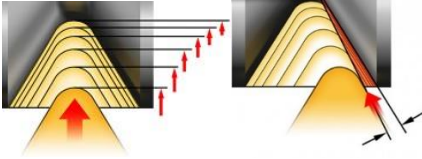

Motor Mode	TH EXT N
<i>Pour faire quoi ?</i>	<p>Le mode « TH EXT I » permet réaliser un filetage extérieur dans le sens inversé de la broche (pas à gauche) en mode semi-automatique sans arrêt de la broche et avec un retour rapide en position initiale. La vitesse maximum possible du moteur entraînant le longitudinal est celle du menu « réglages » paramètre « M1 vitesse ». Il n'est pas nécessaire de prévoir une gorge sur la fin du filetage, la position d'arrêt sera toujours la même. Positionner la butée minimum en dehors de la pièce, le démarrage du filet peut être non conforme dû à l'accélération du moteur en début de cycle (voir l'Annexe 2).</p> <p>L'outil peut être décalé dans le pas à l'aide du paramètre « Décalage » entre 0° et 360°.</p>
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	Dans le menu « Menu du moteur 1 » → « Mode » = « TH EXT I »
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max. <b>Je ne les change plus après.</b></li> <li>Le moteur doit être à son fin de course minimum.</li> <li>La broche doit tourner dans le sens positif ( C- ) ou être arrêtée et sa vitesse doit être inférieure à la vitesse maximum de filetage calculée par le système ( voir le paramètre « Vmax »).</li> <li>Le pas désiré doit être renseigné dans le paramètre « Pas »</li> <li>Le décalage fixe en degré peut être renseigné si besoin dans le paramètre « Décalage »</li> </ul> <p>Si « Fin de course » est coché, on peut alors profiter des avantages de l'utilisation de la règle sur l'axe Y du transversal comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La pénétration oblique à l'angle désiré</li> <li>Les sécurités logicielles comme l'interdiction du retour rapide si l'outil n'est pas dégagé de la pièce.</li> </ul> <p>Il faut bien penser si « FinDeCourse » est coché de rentrer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre de la pièce en mm dans le paramètre « Diamètre »</li> <li>L'angle de plongée en degré dans le paramètre « Angle ». Un angle de 0° revient à faire une plongée droite. On choisira 30° pour un pas métrique.</li> </ul> <p>Par défaut et sans la prise en compte de la position de l'axe Y du transversal, la pénétration sera droite.</p>

	
<i>Ecran de travail</i>	 <p><u>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</u></p> <p>« WAIT START » : Attente du départ cycle par appui sur le bouton</p> <p>« WAIT SYNC » : Le système synchronise la broche</p> <p>« IN THREAD » : Filetage en cours</p> <p>« WAIT RETURN » : Attente du retour par appui sur le bouton</p> <p>« IN RETURN » : Retour rapide en cours</p>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le filetage se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer la première passe.</li> <li>2. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « Gauche ».</li> </ol> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, la vérification de la vitesse de la broche se fait à l'appui du bouton.</b>  <b>Si la vitesse est trop rapide par la suite, risque de crash !</b></p> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, Ne pas ajuster l'offset quand la broche est en rotation.</b>  <b>Le faire avec la broche à l'arrêt.</b></p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Le système se synchronise avec la broche puis démarre le filetage. Le filetage se réalise alors jusqu'à la position maximum. Il n'est pas possible d'arrêter le mouvement par un appui touche jusqu'à la position maximum.</li> <li>4. L'opérateur recule le transversal en manuel pour le retour rapide.</li> <li>5. Lancer le retour rapide par un appui sur le bouton « Droite » Le transversal repart à sa position minimum. Attention de bien avoir dégagé l'outil. Si « FinDeCourse » est coché, La valeur de l'afficheur Y doit être supérieure à la valeur renseignée dans « Diameter » (pour éviter de casser l'outil).</li> <li>6. Quand le longitudinal est arrivé à sa position minimum. L'opérateur positionne le transversal pour faire la seconde passe et il reprend à l'étape 1</li> <li>7. Ainsi de suite jusqu'à la fin du filetage...</li> </ol>

## 4.7.5 Mode filetage interieur normal: « TH INT N »

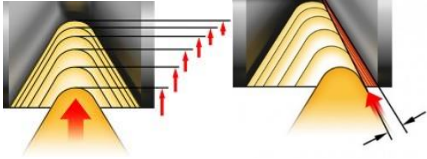

Motor Mode	TH INT N
Pour faire quoi ?	<p>Le mode « TH INT N » permet réaliser un filetage intérieur dans le sens normal (pas à gauche) en mode semi-automatique sans arrêt de la broche et avec un retour rapide en position initiale. La vitesse maximum possible du moteur entraînant le longitudinal est celle du menu « réglages » paramètre « M1 vitesse ». Il n'est pas nécessaire de prévoir une gorge sur la fin du filetage, la position d'arrêt sera toujours la même. Positionner la butée minimum en dehors de la pièce, le démarrage du filet peut être non conforme dû à l'accélération du moteur en début de cycle (voir l'Annexe 2).</p> <p>L'outil peut être décalé dans le pas à l'aide du paramètre « Décalage » entre 0° et 360°.</p>
Comment j'active ce mode ?	Dans le menu « Menu du moteur 1 » → « Mode » = « TH INT N »
Je règle quoi avant de démarrer ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max. <b>Je ne les change plus après.</b></li> <li>Le moteur doit être à son fin de course minimum.</li> <li>La broche doit tourner dans le sens positif ( C+ ) ou être arrêtée et sa vitesse doit être inférieure à la vitesse maximum de filetage calculée par le système ( voir le paramètre « Vmax »).</li> <li>Le pas désiré doit être renseigné dans le paramètre « Pas »</li> <li>Le décalage fixe en degré peut être renseigné si besoin dans le paramètre « Décalage »</li> </ul> <p>Si « Fin de course » est coché, on peut alors profiter des avantages de l'utilisation de la règle sur l'axe Y du transversal comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La pénétration oblique à l'angle désiré</li> <li>Les sécurités logicielles comme l'interdiction du retour rapide si l'outil n'est pas dégagé de la pièce.</li> </ul> <p>Il faut bien penser si « FinDeCourse » est coché de rentrer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre de la pièce en mm dans le paramètre « Diamètre »</li> <li>L'angle de plongée en degré dans le paramètre « Angle ». Un angle de 0° revient à faire une plongée droite. On choisira 30° pour un pas métrique.</li> </ul> <p>Par défaut et sans la prise en compte de la position de l'axe Y du transversal, la pénétration sera droite.</p>



	
<i>Ecran de travail</i>	 <p><u>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</u></p> <p>« WAIT START » : Attente du départ cycle par appui sur le bouton</p> <p>« WAIT SYNC » : Le système synchronise la broche</p> <p>« IN THREAD » : Filetage en cours</p> <p>« WAIT RETURN » : Attente du retour par appui sur le bouton</p> <p>« IN RETURN » : Retour rapide en cours</p>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le filetage se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer la première passe.</li> <li>2. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « Gauche ».</li> </ol> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, la vérification de la vitesse de la broche se fait à l'appui du bouton.</b>  <b>Si la vitesse est trop rapide par la suite, risque de crash !</b></p> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, Ne pas ajuster l'offset quand la broche est en rotation.</b>  <b>Le faire avec la broche à l'arrêt.</b></p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Le système se synchronise avec la broche puis démarre le filetage. Le filetage se réalise alors jusqu'à la position maximum. Il n'est pas possible d'arrêter le mouvement par un appui touche jusqu'à la position maximum.</li> <li>4. L'opérateur avance le transversal en manuel pour le retour rapide.</li> <li>5. Lancer le retour rapide par un appui sur le bouton « Droite » Le transversal repart à sa position minimum. Attention de bien avoir dégagé l'outil. Si « FinDeCourse » est coché, La valeur de l'afficheur Y doit être inférieur à la valeur renseignée dans « Diameter » (pour éviter de casser l'outil).</li> <li>6. Quand le longitudinal est arrivé à sa position minimum. L'opérateur positionne le transversal pour faire la seconde passe et il reprend à l'étape 1</li> <li>7. Ainsi de suite jusqu'à la fin du filetage...</li> </ol>

## 4.7.6 Mode filetage interieur inversé: « TH INT I »

Motor Mode	TH INT N
<i>Pour faire quoi ?</i>	<p>Le mode « TH INT I » permet réaliser un filetage intérieur dans le sens inversé (pas à droite) en mode semi-automatique sans arrêt de la broche et avec un retour rapide en position initiale. La vitesse maximum possible du moteur entraînant le longitudinal est celle du menu « réglages » paramètre « M1 vitesse ». Il n'est pas nécessaire de prévoir une gorge sur la fin du filetage, la position d'arrêt sera toujours la même. Positionner la butée minimum en dehors de la pièce, le démarrage du filet peut être non conforme dû à l'accélération du moteur en début de cycle (voir l'Annexe 2).</p> <p>L'outil peut être décalé dans le pas à l'aide du paramètre « Décalage » entre 0° et 360°.</p>
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	Dans le menu « Menu du moteur 1 » → « Mode » = « TH INT I »
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je renseigne les fins de course Min et Max. <b>Je ne les change plus après.</b></li> <li>Le moteur doit être à son fin de course minimum.</li> <li>La broche doit tourner dans le sens négatif ( C- ) ou être arrêtée et sa vitesse doit être inférieure à la vitesse maximum de filetage calculée par le système ( voir le paramètre « Vmax »).</li> <li>Le pas désiré doit être renseigné dans le paramètre « Pas »</li> <li>Le décalage fixe en degré peut être renseigné si besoin dans le paramètre « Décalage »</li> </ul> <p>Si « Fin de course » est coché, on peut alors profiter des avantages de l'utilisation de la règle sur l'axe Y du transversal comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La pénétration oblique à l'angle désiré</li> <li>Les sécurités logicielles comme l'interdiction du retour rapide si l'outil n'est pas dégagé de la pièce.</li> </ul> <p>Il faut bien penser si « FinDeCourse » est coché de rentrer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre de la pièce en mm dans le paramètre « Diamètre »</li> <li>L'angle de plongée en degré dans le paramètre « Angle ». Un angle de 0° revient à faire une plongée droite. On choisira 30° pour un pas métrique.</li> </ul> <p>Par défaut et sans la prise en compte de la position de l'axe Y du transversal, la pénétration sera droite.</p>

	
<i>Ecran de travail</i>	 <p>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>« WAIT START » : Attente du départ cycle par appui sur le bouton</li> <li>« WAIT SYNC » : Le système synchronise la broche</li> <li>« IN THREAD » : Filetage en cours</li> <li>« WAIT RETURN » : Attente du retour par appui sur le bouton</li> <li>« IN RETURN » : Retour rapide en cours</li> </ul>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le filetage se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer la première passe.</li> <li>2. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « Gauche ».</li> </ol> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, la vérification de la vitesse de la broche se fait à l'appui du bouton.</b>  <b>Si la vitesse est trop rapide par la suite, risque de crash !</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>ATTENTION, Ne pas ajuster l'offset quand le broche est en rotation.</b>  <b>Le faire avec la broche à l'arrêt.</b></p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Le système se synchronise avec la broche puis démarre le filetage. Le filetage se réalise alors jusqu'à la position maximum. Il n'est pas possible d'arrêter le mouvement par un appui touche jusqu'à la position maximum.</li> <li>4. L'opérateur avance le transversal en manuel pour le retour rapide.</li> <li>5. Lancer le retour rapide par un appui sur le bouton « Droite » Le transversal repart à sa position minimum. Attention de bien avoir dégagé l'outil. Si « FinDeCourse » est coché, La valeur de l'afficheur Y doit être inférieur à la valeur renseignée dans « Diameter » (pour éviter de casser l'outil).</li> <li>6. Quand le longitudinal est arrivé à sa position minimum. L'opérateur positionne le transversal pour faire la seconde passe et il reprend à l'étape 1</li> <li>7. Ainsi de suite jusqu'à la fin du filetage...</li> </ol>

#### 4.7.7 Reprise d'un filetage endommagé

Il est possible de reprendre des filetages endommagés dans les 4 modes de filetage. Pour cela, régler le système comme pour faire un filetage standard et mettant le décalage à zéro pour l'instant.

A l'étape 2 du filetage, engager le filetage avec la broche à l'arrêt et faire tourner la broche lentement (avec la main ou à vitesse réduite). Le moteur du transversal va avancer en même temps.

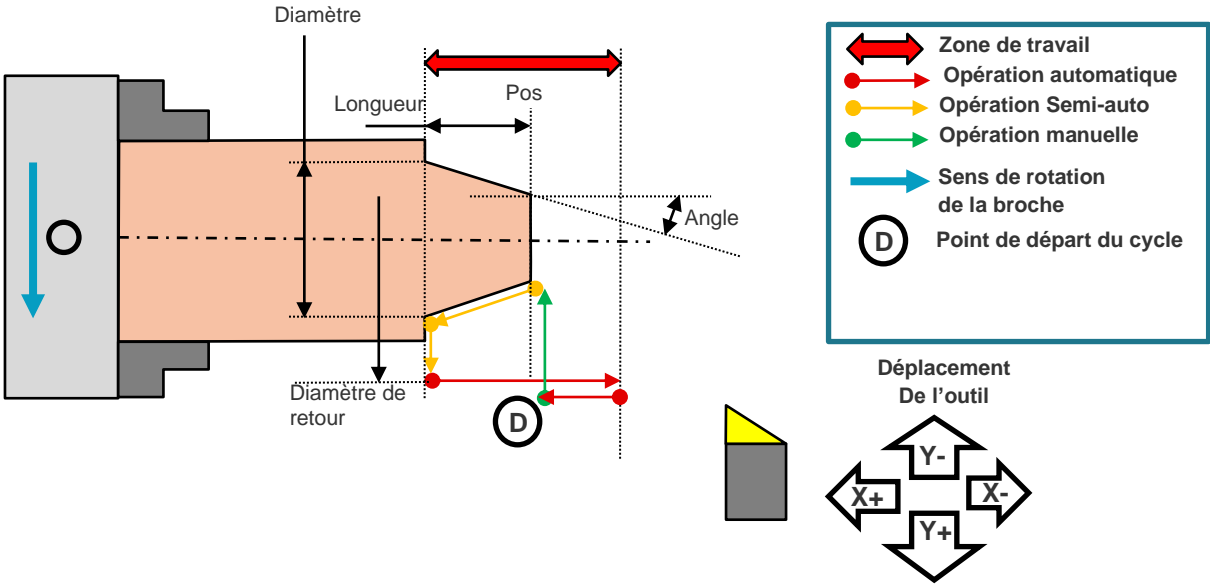
S'arrêter et à une position quelconque. Il est alors possible de décaler le moteur dans le menu filetage :


- « Décalage » : Valeur du décalage en degré entre 0° et 360°
- 2 boutons permettent d'ajouter ou d'enlever 2 degrés.

Quand le décalage est trouvé, reprendre le cycle de filetage normalement :

- Reculer le chariot
- Mettre la broche en route (le chariot va aller sur sa butée Max)
- Appuyer pour revenir en rapide.
- Et reprendre le cycle de filetage

## 4.7.8 Mode Cône à droite: « PROFIL »

Motor Mode	PROFIL
<i>Pour faire quoi ?</i>	<p>Le mode « PROFIL » permet réaliser différents profils en intérieur/extérieur et dans les deux directions. Le moteur se retrouve asservi aux déplacements du transversal (Y).</p> <p>Exemple ici avec un cône extérieur de droite à gauche.</p>
	
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	<p>Dans le menu « Menu du moteur 1 »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• « Mode » = « PROFIL »</li> <li>• Dans le sous menu « Para. de profil » <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Profil : « CONE »</li> <li>○ Direction : « LEFT »</li> <li>○ Position : « EXT »</li> </ul> </li> </ul>
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fins de course du moteur vont se régler automatiquement, ne pas y toucher.</li> <li>• Le moteur doit être à sa position de Pos ou le profil va partir avec le jeu de la vis « dans le bon sens ». Il faut donc être arrivé de droite à gauche.</li> <li>• Je renseigne le diamètre de la forme, le diamètre de retour, la longueur et l'angle.</li> <li>• En choisissant un angle de 0°, on peut faire une gorge</li> <li>• Puis je peux revenir à l'écran de travail pour démarrer le profil.</li> </ul>

<i>Ecran de travail</i>	 <p>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</p> <p>«MOVE Y » : L'axe Y doit être supérieur au diamètre de retour pour démarrer le cycle</p> <p>« PRESS OK » : Si la condition Y&gt;Diamètre retour est remplie, appuyer sur OK pour démarrer le cycle.</p> <p>« Y TO PROFIL »: ramener l'axe Y jusqu'à l'apparition du message « IN PROFIL »</p> <p>« IN PROFIL » : Reculer l'axe Y, l'axe X va suivre le profil et finir en reculant l'axe Y pour qu'il soit supérieur au diamètre de retour.</p> <p>« IN RETURN » : Retour rapide en cours pour repositionnement pour la passe suivante.</p>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le profil se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer le cycle pour que l'axe Y soit supérieur au diamètre de retour.</li> <li>2. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « OK ». On commence alors la première passe.</li> <li>3. Avancer le transversal jusqu'à la profondeur de la première passe. L'écran passe alors de « Y TO PROFIL » à « IN PROFIL »</li> <li>4. Reculer doucement alors le transversal pour que l'outil se déplace dans le profil. La vitesse maximum du moteur peut être ajustée avec les touches « Haut » et « Bas ».</li> <li>5. Quand l'outil a décrit tout le profil, reculer le transversal au-delà du diamètre de retour.</li> <li>6. Le système ramène alors l'outil au point de départ en rapide en compensant le jeu de la vis.</li> <li>7. Reprendre à l'étape 3 jusqu'à la dernière passe qui peut être répétée plusieurs fois.</li> </ol>

## 4.7.9 Mode Sphère à droite: « PROFIL »

Motor Mode	PROFIL
<i>Pour faire quoi ?</i>	<p>Le mode « PROFIL » permet réaliser différents profils en intérieur/extérieur et dans les deux directions. Le moteur se retrouve asservi aux déplacements du transversal (Y).</p> <p>Exemple ici avec une sphère extérieure de droite à gauche.</p>
<i>Comment j'active ce mode ?</i>	<p>Dans le menu « Menu du moteur 1 »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>« Mode » = « PROFIL »</li> <li>Dans le sous menu « Para. de profil » <ul style="list-style-type: none"> <li>Profil : « SPHERE »</li> <li>Direction : « LEFT »</li> <li>Position : « EXT »</li> </ul> </li> </ul>
<i>Je règle quoi avant de démarrer ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les fins de course du moteur vont se régler automatiquement, ne pas y toucher.</li> <li>Le moteur doit être à sa position de Pos ou le profil va partir avec le jeu de la vis « dans le bon sens ». Il faut donc être arrivé de droite à gauche.</li> <li>Je renseigne le diamètre de la forme, le diamètre de retour et le rayon de la sphère.</li> <li>Puis je peux revenir à l'écran de travail pour démarrer le profil.</li> </ul>
<i>Ecran de travail</i>	<pre> X+0000.000 Y+0021.469 M+0000.000 PROFIL 1000 +0005.000 &lt;&gt; +0000.000 Ref_0  MOVE Y Abs </pre>


	<p><u>L'étape en cours est inscrite en bas de l'écran :</u></p> <p>«MOVE Y » : L'axe Y doit être supérieur au diamètre de retour pour démarrer le cycle</p> <p>« PRESS OK » : Si la condition <math>Y &gt; \text{Diamètre retour}</math> est remplie, appuyer sur OK pour démarrer le cycle.</p> <p>« Y TO PROFIL » : ramener l'axe Y jusqu'à l'apparition du message « IN PROFIL »</p> <p>« IN PROFIL » : Reculer l'axe Y, l'axe X va suivre le profil et finir en reculant l'axe Y pour qu'il soit supérieur au diamètre de retour.</p> <p>« IN RETURN » : Retour rapide en cours pour repositionnement pour la passe suivante.</p>
<i>Comment j'utilise cette fonction ?</i>	<p>Quand les conditions de départ sont remplies. Le profil se fait en différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. L'opérateur positionne le transversal en manuel avant de lancer le cycle pour que l'axe Y soit supérieur au diamètre de retour.</li> <li>9. Lancer le cycle par un appui sur le bouton « OK ». On commence alors la première passe.</li> <li>10. Avancer le transversal jusqu'à la profondeur de la première passe. L'écran passe alors de « Y TO PROFIL » à « IN PROFIL »</li> <li>11. Reculer doucement alors le transversal pour que l'outil se déplace dans le profil. La vitesse maximum du moteur peut être ajustée avec les touches « Haut » et « Bas ».</li> <li>12. Quand l'outil a décrit tout le profil, reculer le transversal au-delà du diamètre de retour.</li> <li>13. Le système ramène alors l'outil au point de départ en rapide en compensant le jeu de la vis.</li> <li>14. Reprendre à l'étape 3 jusqu'à la dernière passe qui peut être répétée plusieurs fois.</li> </ol>

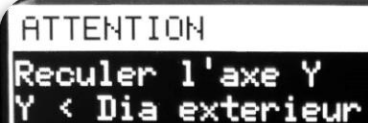


#### 4.7.10 Messages d'alertes pendant les modes du moteur

Pendant les différents Mode de fonctionnement du moteur, le système va alerter l'utilisateur en cas de problème détecté et bloquera jusqu'à la correction du problème.

(Message en langue française ou anglaise selon le choix de la langue)

<i>Messages d'alerte</i>	<i>Explications</i>
	<p>La broche tourne dans le mauvais sens (le départ du cycle est impossible).</p> <p><u>Correction :</u> Inverser le sens de rotation de la broche.</p>
	<p>La broche tourne trop vite.</p> <p><u>Correction :</u> Réduire la vitesse de rotation de la broche (la vitesse maximum admissible est consultable par le paramètre « Speed max »)</p>
	<p>La position de l'outil est supérieure au diamètre sélectionné. Ramener la position (si « Fin de course » est coché).</p> <p><u>Correction :</u> Déplacer le longitudinal en avançant le longitudinal</p>
	<p>Les fins de course ne sont pas activés (Il n'est pas possible de faire un cycle sans fin de course).</p> <p><u>Correction :</u> Activer les fins de course dans le menu.</p>
	<p>Le moteur n'est pas à son fin de course minimum.</p> <p><u>Correction :</u> Repasser en manuel pour ramener le moteur à sa position minimum et relancer le cycle.</p>



ATTENTION  
Reculer l'axe Y  
Y < Dia exterieur

La position de l'outil est inférieure au diamètre sélectionné (si « Fin de course » est coché).

Correction :

Déplacer le longitudinal en le reculant

## 5. ANNEXE

### 5.1 Annexe 1 : Le moteur pas à pas

Source : <https://www.omega.fr/prodinfo/Moteur-pas-a-pas.html>

#### 5.1.1 Le moteur pas à pas

Un moteur pas à pas est un moteur électrique synchrone sans frotteurs qui convertit les impulsions numériques en rotation de l'arbre mécanique.

Chaque révolution du moteur pas à pas est divisée en un nombre de pas distincts, 200 pas dans la majorité des cas, et le moteur doit recevoir une impulsion distincte pour chaque pas. Le moteur pas à pas ne peut avoir qu'un seul pas à la fois, et chaque pas est de la même taille. Puisque chaque impulsion fait tourner le moteur à un angle précis, généralement de  $1,8^\circ$ , la position du moteur peut être contrôlée sans aucun mécanisme de rétroaction. Lorsque les impulsions numériques augmentent en fréquence, le mouvement de pas se transforme en rotation continue, avec une vitesse de rotation directement proportionnelle à la fréquence des impulsions. Les moteurs pas à pas sont utilisés quotidiennement dans les applications industrielles et commerciales en raison de leur faible coût, de leur haute fiabilité, de leur couple élevé à basse vitesse et de leur construction simple et robuste qui fonctionne dans presque n'importe quel environnement.

Avantages du moteur pas à pas :

1. L'angle de rotation du moteur pas à pas est proportionnel à l'impulsion d'entrée.
2. Le moteur pas à pas a un couple complet à l'arrêt (si les enroulements sont sous tension).
3. Un positionnement précis et la répétabilité du mouvement puisque les bons moteurs pas à pas ont une précision de 3 à 5 % pour un pas et que cette erreur est non cumulative d'un pas à l'autre.
4. Excellente réponse pour le démarrage/arrêt/fonctionnement inverse.
5. Très fiable puisqu'il n'y a aucun balai dans le moteur. La durée de vie du moteur pas à pas dépend donc simplement de la durée de vie du roulement.
6. La réponse des moteurs pas à pas à des impulsions d'entrée numériques fournit un contrôle à boucle ouverte, rendant le contrôle du moteur pas à pas plus simple et moins coûteux.
7. Il est possible de réaliser une rotation synchrone à vitesse très réduite avec une charge qui est directement couplée à l'arbre.
8. Une large gamme de vitesses de rotation peut être réalisée puisque la vitesse est proportionnelle à la fréquence des impulsions d'entrée.

#### 5.1.2 Modes de pas

Les « modes de pas » des moteurs pas à pas comprennent le mode complet, le mode demi-pas et le mode micropas.

##### PAS COMPLET

Les moteurs pas à pas hybride standard ont 200 dents de rotor, ou 200 pas complets pour un tour de l'arbre du moteur. En divisant les 200 pas par les  $360^\circ$  de rotation on obtient un angle de pas complet de  $1,8^\circ$ . Normalement, le mode complet est obtenu en mettant sous tension les deux enroulements tout en inversant le courant alternativement. Fondamentalement, une impulsion numérique à partir de l'entraînement équivaut à un pas.

##### DEMI-PAS

Demi-pas signifie simplement que le moteur pas à pas tourne à 400 pas par tour. Dans ce mode, un enroulement est mis sous tension et ensuite deux enroulements sont alimentés alternativement, ce qui fait que le rotor ne tourne que sur la moitié de la distance, soit  $0,9^\circ$ . Même s'il fournit environ 30 %

moins de couple, le mode demi-pas produit un mouvement avec moins d'à-coups que le mode pas complet.

## MICROPAS

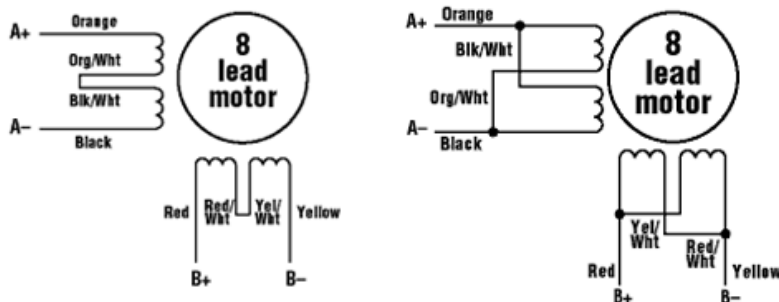
Le micropas est une technologie relativement nouvelle pour les moteurs pas à pas, qui contrôle le courant dans l'enroulement à un degré qui subdivise davantage le nombre de positions entre les pôles du moteur. Le micropas est généralement utilisé dans les applications nécessitant un positionnement précis et un mouvement sans à-coups sur une large plage de vitesses. Comme le mode demi-pas, le micropas fournit environ 30 % moins de couple que le mode pas complet.

### 5.1.3 Contrôle de mouvement linéaire

Le mouvement de rotation d'un moteur pas à pas peut être converti en mouvement linéaire en utilisant un système d'entraînement par roues à vis sans fin/mère. Le rendement de la vis mère est la distance linéaire parcourue pour un tour de la vis. Si le rendement est égal à 25,4 mm (1 po) par révolution, et qu'il y a 200 pas complets par tour, alors la résolution du système de vis mère est de 0,013 cm (0,005 po)/pas. Une résolution encore plus fine est possible en utilisant le système de moteur/d'entraînement pas à pas en mode micropas.

### 5.1.4 Connexion en série ou connexion en parallèle

Il y a deux manières de raccorder un moteur pas à pas : en série ou en parallèle. Une connexion en série fournit une inductance élevée et donc un plus grand couple à basse vitesse. Une connexion en parallèle réduira l'inductance, ce qui se traduira par une augmentation du couple et une vitesse plus rapide.



## 5.2 Annexe 2 : Vitesse et accélération des moteurs pas à pas

Le système MiniThread utilise une vitesse moteur en step/s et une accélération en step/s<sup>2</sup>. Suivant le réglage micropas du driver, la vitesse de rotation du moteur sera différente. Je suis pour l'instant resté sur ces unités pour le moteur.

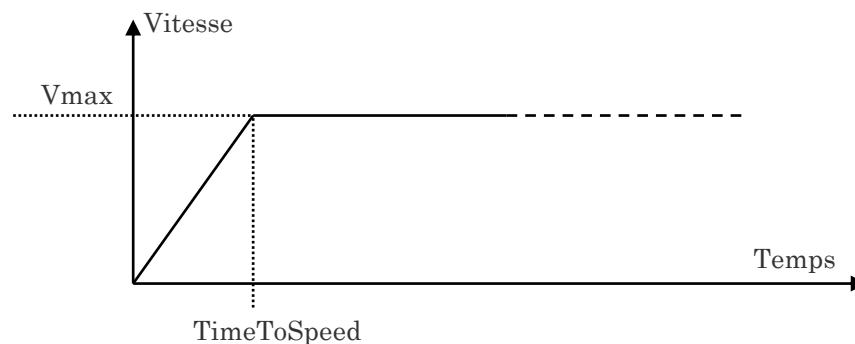
Exemple :

- Driver moteur réglé à 1600 step/tour :  $M1\_step/tr = 1600$
- Vitesse maximum à 12000 step/s :  $M1\_speed = 12000$

$$V_{moteur} \left( \frac{tour}{min} \right) = \frac{M1_{speed}}{M1_{step/tr}} \times 60$$

Ce qui donne une vitesse maximum du moteur de 450 tour/min.

L'accélération et la décélération sont exprimées en step/s<sup>2</sup> comme pour la variable système  $M1\_accel$  du menu « Settings ». Cela peut être exprimé quand 1s, le système pourrait atteindre la vitesse  $M1\_accel$ .



Exemple :

- Vitesse maximum à 12000 step/s :  $M1\_speed = 12000$
- Accélération à 60000 step/s<sup>2</sup> :  $M1\_accel = 60000$
- Le TimeToSpeed est le temps que va mettre le système pour atteindre sa vitesse.

$$TimeToSpeed(s) = \frac{M1_{speed}}{M1_{accel}}$$

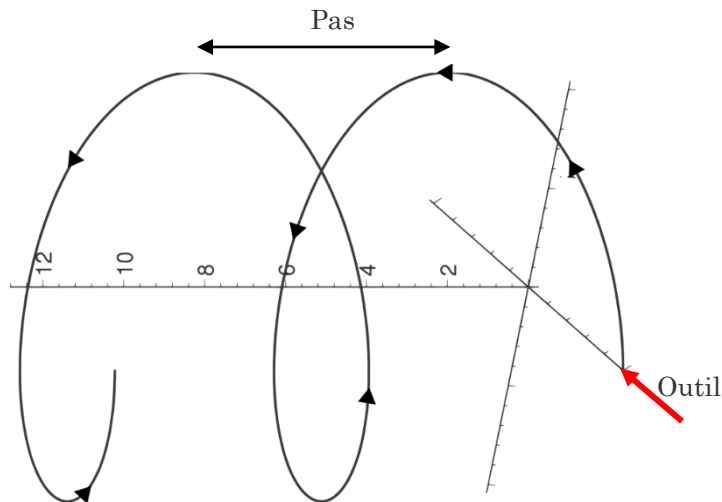
Le système va donc mettre 0,2s pour atteindre sa vitesse maximum.

! Si l'accélération est trop basse, le moteur ne va pas monter assez vite en vitesse pendant le filetage, il va être **en retard** par rapport à la broche.

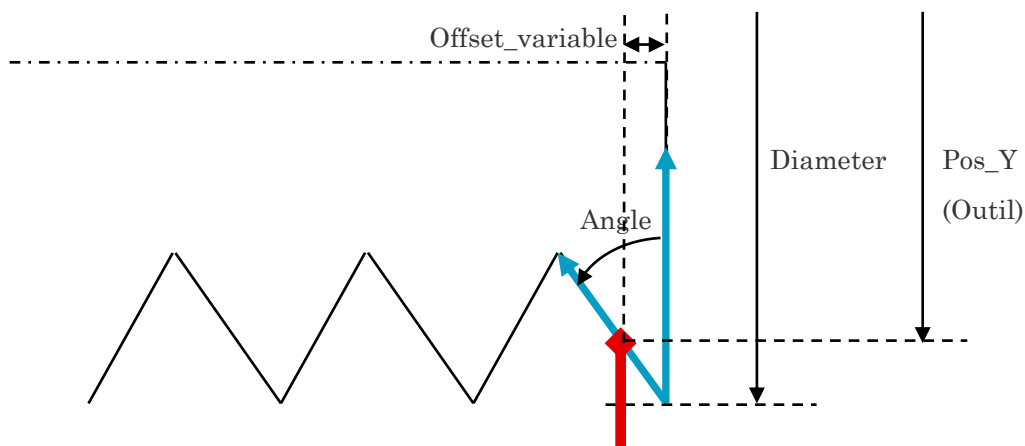
! Si l'accélération est trop haute, le moteur risque de décrocher pendant la montée en vitesse avec une perte de pas.

### 5.3 Annexe 3 : Explication du fonctionnement du filetage

Pendant le filetage, l'outil va avoir une trajectoire hélicoïdale dans l'espace. En fonction de la position de la broche, l'outil (qui est mis en mouvement par le moteur pas à pas) devra se trouver à une certaine position. Par exemple après un tour de broche ( $360^\circ$ ), l'outil devra se trouver à 1 pas et ainsi de suite jusqu'à la position maximum du filetage. Le moteur pendant toute cette séquence va faire du suivi de position que l'on calculera en fonction de la position de la broche.



Le paramètre « Offset » permet de se déplacer dans le pas mais le système a aussi besoin de se déplacer dans le pas pendant les phases de plongée oblique en fonction de la position du chariot longitudinal par rapport au diamètre extérieur de la pièce.



Calcul de l'Offset variable en fonction de la position de l'outil :

Pos\_Y : Position de l'outil en mm (sur le diamètre)

Diameter : Diamètre extérieur du filetage en mm

Angle : Angle de plongé en degré (entre  $0^\circ$  et  $45^\circ$ )

Offset\_variable : Décalage en step moteur

RESO\_M : Résolution du moteur en step/tour (ex :1600)

PAS\_M : Pas de la vis entraînée par le moteur au 1/100 de mm (ex :200)

$$Offset\_variable = \frac{(Diameter - Pos_Y)}{2} \times \tan(Angle \times \frac{\pi}{180}) \times \frac{RESO_M \times 100}{PAS_M}$$

L'offset\_variable sera mis à zéro quand Pos\_Y >= Diameter

$$Si Pos_Y \geq Diameter Alors Offset\_variable = 0$$

L'offset variable ne peut pas dépasser le demi pas demandé. Il sera borné au demi pas si dépassement.

$$Si Offset\_variable > \frac{RESO_M \times PAS}{PAS_M \times 2} Alors Offset\_variable = \frac{RESO_M \times PAS}{PAS_M \times 2}$$

La formule de calcul complète en prenant en compte les différents paramètres du système :

RESO\_M : Résolution du moteur en step/tour (ex :1600)

PAS\_M : Pas de la vis entraînée par le moteur au 1/100 de mm (ex :200)

PAS : Pas demandé au 1/100 de mm (ex :125)

RESO\_C : Résolution du capteur de broche (ex :1200)

POS\_C : Position de la broche en step

POS\_M : Position du moteur en step

OFFSET\_FIXE : Offset dans le pas (permet de bouger dans le pas) entre 0° et 360°

OFFSET\_VARIABLE : Dépend de la position de l'outil sur Y

MIN\_POS : Position du fin de course minimum en step

$$POS_M = POS_C \times \left( \frac{RESO_M \times PAS}{RESO_C \times PAS_M} \right) + MIN_{POS} - \frac{(360 - OFFSET_{FIXE}) \times PAS \times RESO_M}{360 \times PAS_M} + OFFSET\_variable$$

Ce calcul est réalisé avant chaque step moteur, on peut donc faire ce calcul jusqu'à 30000 fois/s en fonction de la vitesse de rotation du moteur pas à pas.

Pour accélérer ce calcul, on le réduit à 3 opérations avec un numérateur, un dénominateur et un offset qui sont calculés avant chaque passe de filetage.

$$POS_M = POS_C \times \left( \frac{NUMERATEUR}{DENOMINATEUR} \right) + OFFSET$$

- Comment le système fait pour rester dans le pas quand on fait la seconde passe ?

Le capteur de rotation de la broche à un certain nombre d'impulsions par tour, par exemple 1200. La carte voit donc quand la broche tourne, son compteur interne augmentée de 1200 pas par tour de broche. A 500 tours/min, le compteur augmente donc de 600000 pas par minute ! Difficile donc de calculer ou est le zéro.

Pour toujours connaître la position de la broche sur un tour, on va exploiter une des fonctionnalités du microcontrôleur avec son décodeur de signaux en quadrature. On peut régler une valeur à laquelle le compteur va se remettre à zéro. On va donc régler cette valeur au nombre de pas que fait la broche sur un tour. Ce compteur va donc se remettre à zéro à chaque passage par zéro de la broche. On peut donc en permanence connaître la position angulaire de la broche et savoir quand la broche est à zéro (ce passage par zéro est le top de départ du filetage).

- Qu'elle est l'influence de l'accélération pendant le filetage ?

Comme dit précédemment, le moteur va attendre le passage par zéro de la broche pour démarrer son suivi de position. Il est alors arrêté. Il va donc partir d'une vitesse nul et accélérer pour rejoindre cette position. Donc, suivant l'accélération choisie, le début du filetage ne vas pas être « conforme ». Il est donc important de choisir la valeur d'accélération/décélération la plus haute et de démarrer le filetage légèrement en dehors de la pièce.

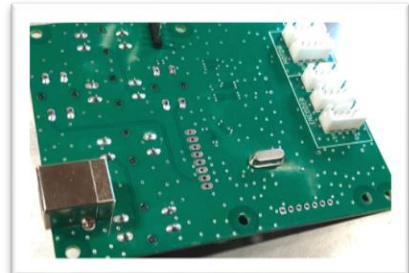
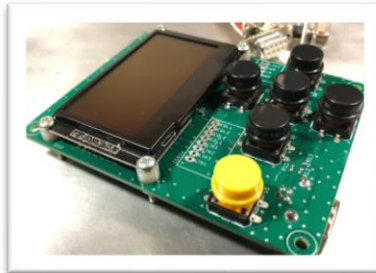
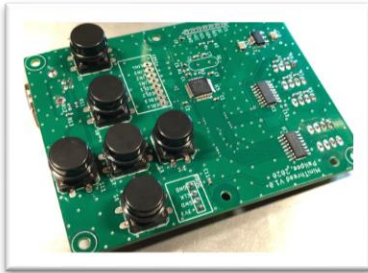
- Qu'elle est l'influence de la décélération en fin de filetage ?

Comme précédemment, le moteur va ralentir en fin de filetage pour arriver sur sa butée à vitesse nul. La fin du filetage ne va donc pas être « conforme ». Il est donc important de choisir la valeur d'accélération/décélération la plus haute.

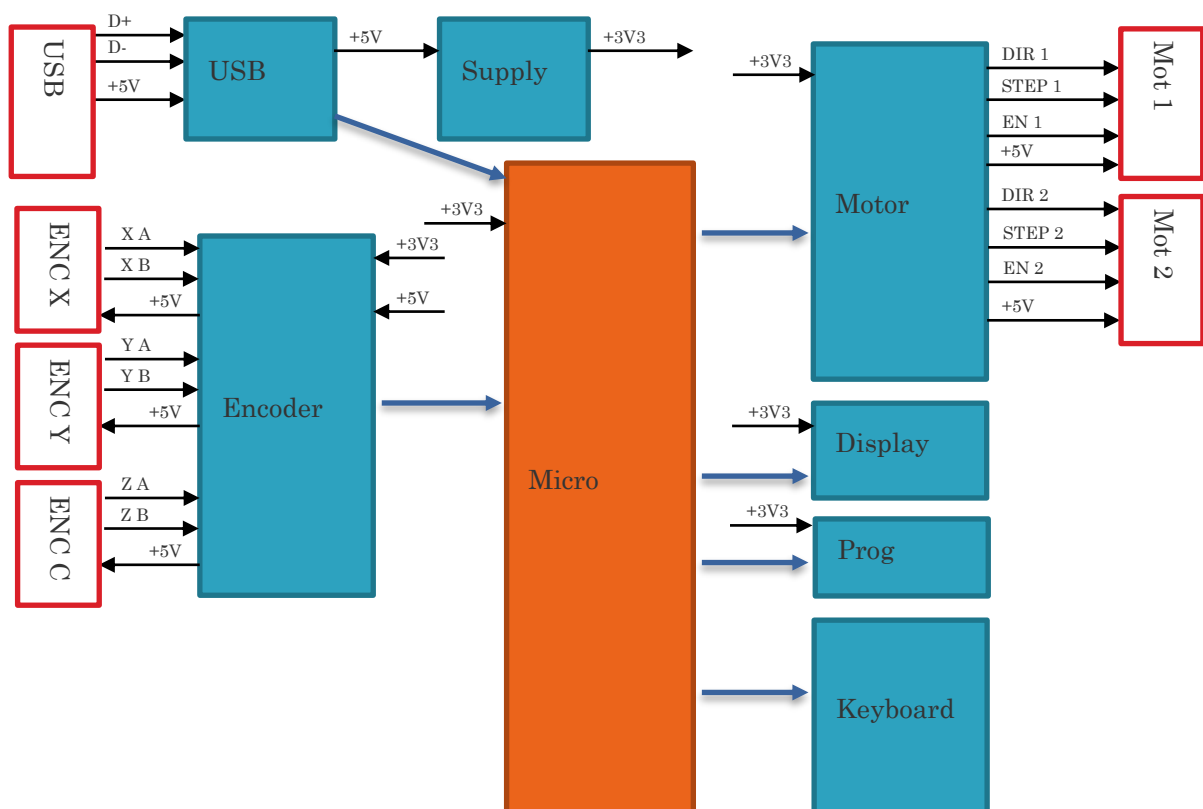


## 5.4 Annexe 4 : La partie hardware de la carte

Quelques explications sur la partie hardware de la carte MiniThread.



Les différentes fonctions de la carte :



### 5.4.1 Le microcontrôleur

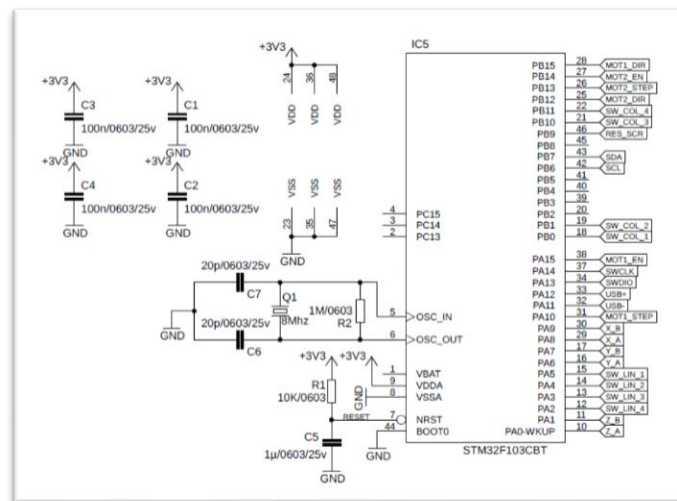
Cette fonction est le cœur du système. Elle utilise un microcontrôleur 32bits ARM Cortex M3 de chez STMicroelectronics, le STM32F103CBT6 en boîtier LQFP48 (<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f103cb.html>).

Caractéristiques principales :

- 32bits
- 128 Kbytes of Flash memory
- 20 Kbytes of SRAM
- 72 MHz

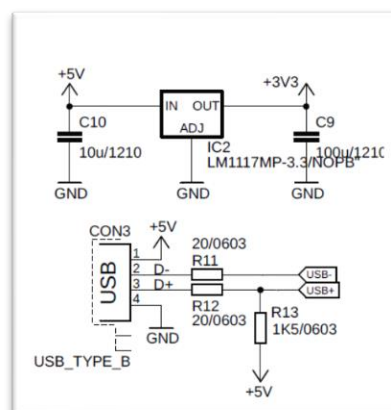
La carte est cadencée par un quartz externe à 8Mhz avec l'utilisation d'une PLL interne pour monter à 72 MHz.

Un circuit RC externe sert pour le reset du microcontrôleur.



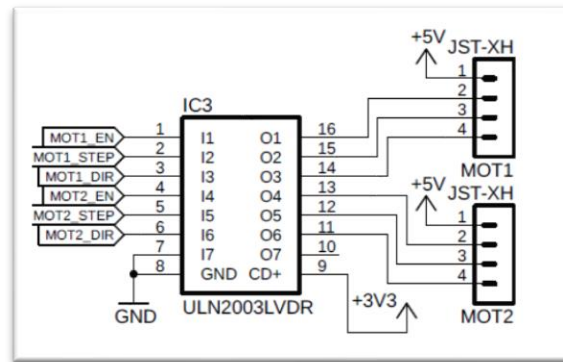
### 5.4.2 Supply

Cette fonction convertit le 5v venant du port USB en 3V3 par l'intermédiaire d'un régulateur LDO (TI / LM1117MMP-3-3). Le 5v est repris directement sur le port USB.



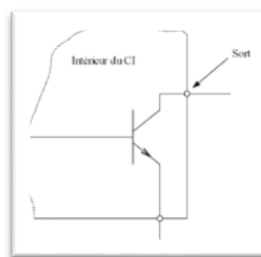
### 5.4.3 Motor

Cette fonction permet de commander les signaux EN, STEP et DIR des contrôleurs pour moteur pas à pas externe. Les sorties sont du type collecteur ouvert grâce à l'utilisation d'un circuit intégré ULN2003LVDR. Le courant maximum par sortie est de 140mA.



Une sortie collecteur ouvert :

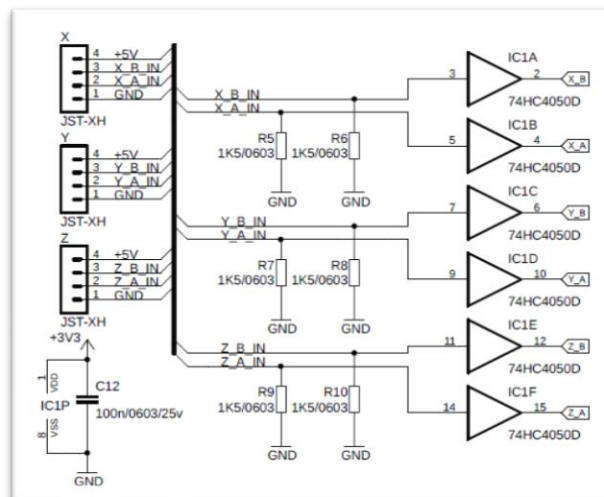
Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Sortie\\_collecteur\\_ouvert](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sortie_collecteur_ouvert)



#### 5.4.4 Encoder

Cette fonction adapte les niveaux des signaux des encodeurs externe (A et B) avant d'arriver dans le microcontrôleur.

La carte est munie de connecteurs JST-XH 4 points avec un pas de 2,54mm largement répandu sur internet pour la connexion de faisceaux externe allant aux prise subd 9 broches.



#### 5.4.5 Keyboard

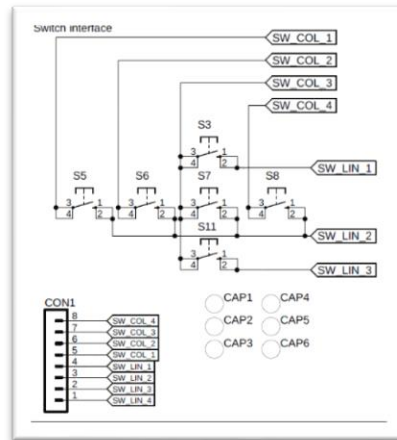
Le système utilise un clavier matricé de 4x4 touches. Seulement 6 touches sont montées sur la carte mais le connecteur CON1 présent sur la carte offre la possibilité de rajouter 10 touches externe (non pris en charge pour l'instant).

Les switches utilisés sur la carte sont du type 12mmx12mm traversant (Omron / B3F-4050) mais il existe de nombreux clones sur Aliexpress.

Lien vers un vendeur sur Aliexpress de clones OMRON compatible avec les switches OMRON :

<https://fr.aliexpress.com/item/32859843511.html> et les capuchons adaptés :

<https://fr.aliexpress.com/item/32705188473.html>



### 5.4.6 Display

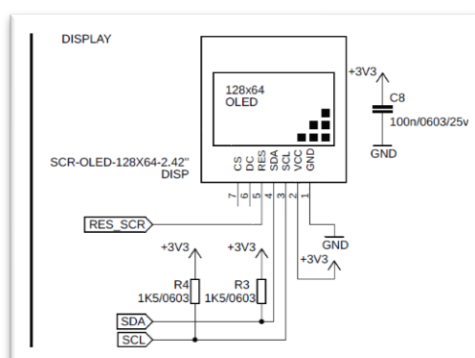
Utilisation d'un écran Oled de 2,42 pouces piloté en I2C avec un reset externe.

Lien vers un vendeur sur Aliexpress : <https://fr.aliexpress.com/item/33024448944.html>

L'écran est disponible en blanc, vert, bleu.

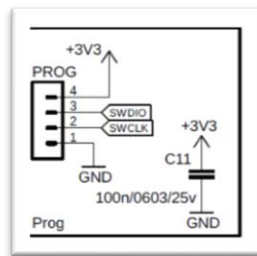


L'écran est alimenté en 3v3.



### 5.4.7 Prog

On retrouve dans cette fonction l'interface de programmation avec les signaux SWDIO et SWCLK. Cette fonction permet de connecter la carte à un programmeur comme le STLINK.



## 5.5 Annexe 5 : Mise à jour logiciel du boitier

La mise à jour logiciel de la carte s'effectue par le connecteur « PROG ». Pour permettre son accessibilité quand la carte est montée dans le boîtier aluminium, une prise 3 points a été soudé sur la face inférieure (il ne faut pas se servir du point 3v3 ).



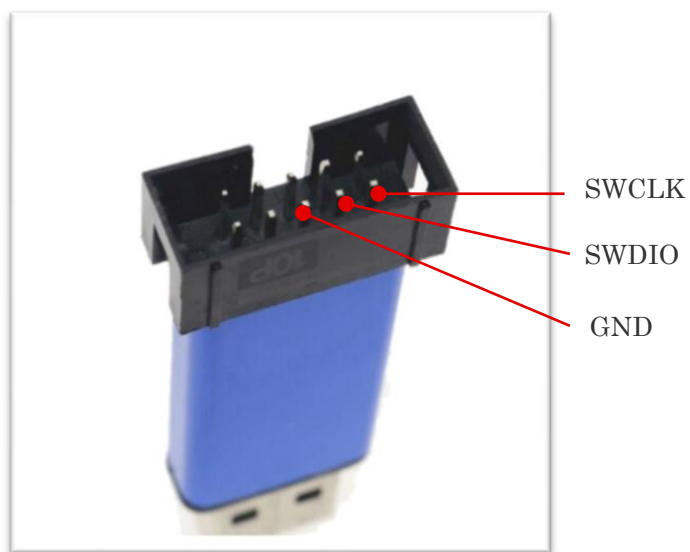
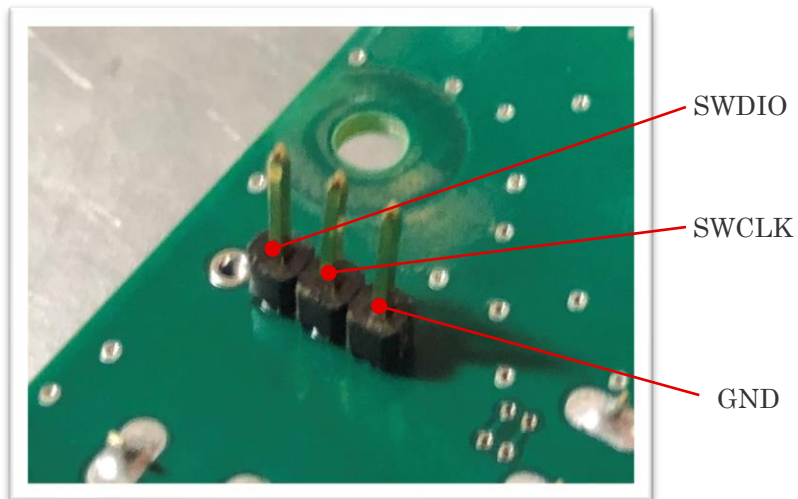
Le point +3V3 du connecteur ne doit pas être utilisé, la carte étant alimentée par le port usb !

La programmation s'effectue avec un programmeur Stlink v2, il existe bon nombre de clone disponible sur Aliexpress et autres sites de vente à moins de 2€.



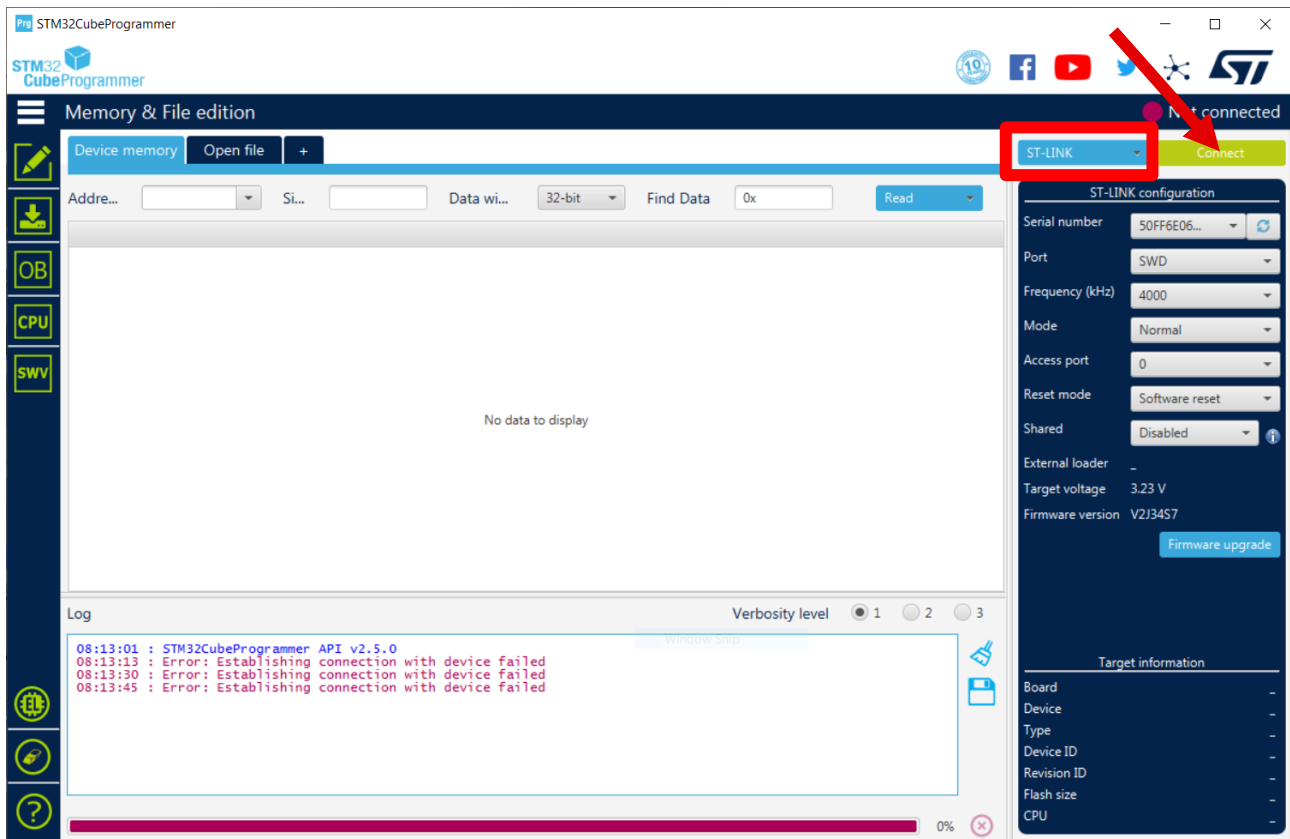
### 5.5.1 Branchement

Connecter le programmeur avec la carte en utilisant les liaisons fournit avec le programmeur

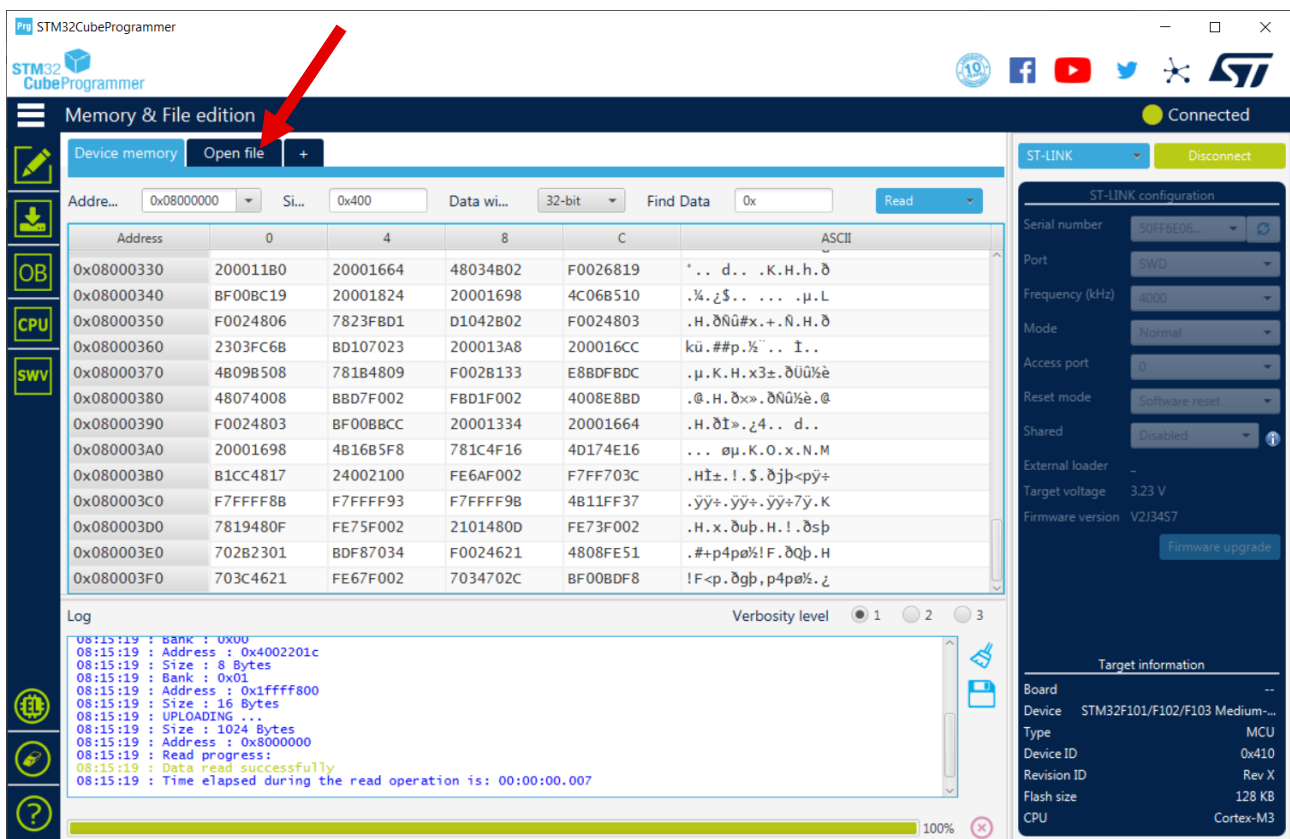


### 5.5.2 Programmation

- Etape 1.** Mettre la carte sous tension en branchant le connecteur usb sur une alimentation
- Etape 2.** Connecter la carte avec le programmeur
- Etape 3.** Installer le logiciel : STM32CubeProgrammer ( <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeprog.html> )
- Etape 4.** Lancer le logiciel et choisir « ST-LINK » puis « Connect »



**Etape 5.** Choisir le fichier source à programmer en cliquant sur « Open File »





**Etape 6.** Le fichier chargé, cliqué sur « Download » pour programmer la carte

STM32CubeProgrammer

Memory & File edition

Device memory MiniThread.ino.bin

Address: 0x0 Start: 0x141B8 Data width: 32-bit Find Data: 0x Download

Address	0	4	8	C	ASCII
0x00000000	20005000	080050E5	08005641	08005645	.P. àP..AV..EV..
0x00000010	08005649	0800564D	08005651	08005F15	IV..MV..QV..
0x00000020	08005F15	08005F15	08005F15	08005F15	.....
0x00000030	08005F15	08005F15	08005F15	08005F29	.....)
0x00000040	08005F15	08005F15	08005F15	08005F15	.....
0x00000050	08005F15	08005F15	080056A1	080056C1	.....jV..ÁV..
0x00000060	080056E1	08005701	08005721	0800557D	áV...W...!W...}U..
0x00000070	08005595	080055AD	080055C9	080055E5	.U...U...ÉU...áU..
0x00000080	08005601	0800561D	080054AD	08005F15	.V...V...T... ..
0x00000090	080066ED	08005F15	08005F15	08005741	í f.....AW..
0x000000A0	080061BD	080061E1	08006205	0800623D	%a...áa...b...=b..
0x000000B0	08006291	08006301	08006371	08005D0D	.b...c...qc...]
0x000000C0	08005D25	08005D19	08005D31	08005F15	%]...].1]... ..

Log

Verbosity level 1 2 3

```

08:18:25 : Size : 8 Bytes
08:18:25 : Bank : 0x01
08:18:25 : Address : 0x1ffff800
08:18:25 : Size : 16 Bytes
08:18:25 : UPLOADING ...
08:18:25 : Size : 1024 Bytes
08:18:25 : Address : 0x80000000
08:18:25 : Read progress:
08:18:25 : Data read successfully
08:18:25 : Time elapsed during the read operation is: 00:00:00.007
08:18:43 : Read File: C:\_SOURCE_SOFT_OUT_ARDUINO\MiniThread.ino.bin
08:18:43 : Number of segments: 1
08:18:43 : segment[0]: address=0x0 size=0x141B8
  
```

100%

ST-LINK configuration

Serial number: 50FF6E06...

Port: SWD

Frequency (kHz): 8000

Mode: Normal

Access port: 0

Reset mode: Software reset

Shared: Disabled

External loader: -

Target voltage: 3.23 V

Firmware version: V2J34S7

Firmware upgrade

Target information

Board: --

Device: STM32F101/F102/F103 Medium...

Type: MCU

Device ID: 0x410

Revision ID: Rev X

Flash size: 128 KB

CPU: Cortex-M3

**Etape 7.** Finir en cliquant sur « Disconnect », débrancher le programmeur de la carte, enlever puis remettre l'alimentation USB pour que la carte redémarre avec le logiciel mis à jour.

