

# Prise en main d'une imprimante 3D opensource opérationnelle.



## Ateliers impression 3D open-source

par X. HINAULT

[www.mon-club-elec.fr](http://www.mon-club-elec.fr)



Tous droits réservés - 2014.

**Ce document légèrement payant est soumis au droit d'auteur et est réservé à l'usage personnel.**

Afin d'encourager la production de supports didactiques de qualité, ce document est légèrement payant.

La licence d'utilisation est attribuée pour un usage personnel uniquement, dans le cercle familial. Mise en ligne et diffusion non autorisées.

Si vous n'êtes pas le détenteur de la licence attribuée pour l'usage de ce document, soyez sympa, merci d'acheter votre exemplaire personnel ici :

[http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_mon\\_club\\_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERSPYDUINO](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_mon_club_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERSPYDUINO)

Pour tout problème lié à l'utilisation de ce document, veuillez envoyer une copie ici : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Pour obtenir tout autres types de licence d'utilisation (enseignement, commercial, etc...), veuillez contacter l'auteur ici : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Vous avez constaté une erreur ? une coquille ? N'hésitez pas à nous le signaler à cette adresse : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Truc d'utilisation : visualiser ce document en mode diaporama dans le visionneur PDF. Navigation avec les flèches HAUT / BAS ou la souris.

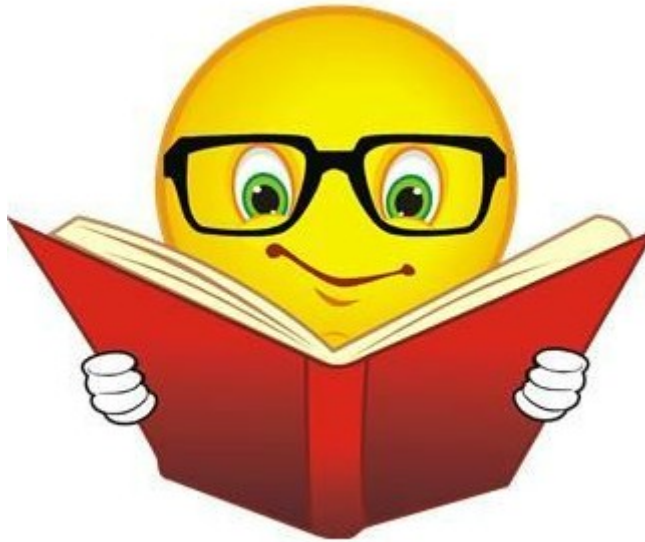
En mode fenêtre, activer le panneau latéral vous facilitera la navigation dans le document. Bonne lecture !

Licence de cet exemplaire accordée à Franck Ourion uniquement pour usage personnel, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) # 7517226

Atelier Ateliers impression 3D open-source : Prise en main d'une imprimante 3D opensource opérationnelle. p. 1/33

## 1. Intro

L'objectif ici est d'apprendre à prendre en main, à tester et à utiliser une imprimante 3D opensource opérationnelle. On se base ici sur un modèle type Prusa i3, mais la procédure est transposable à toute autre imprimante 3D opensource.



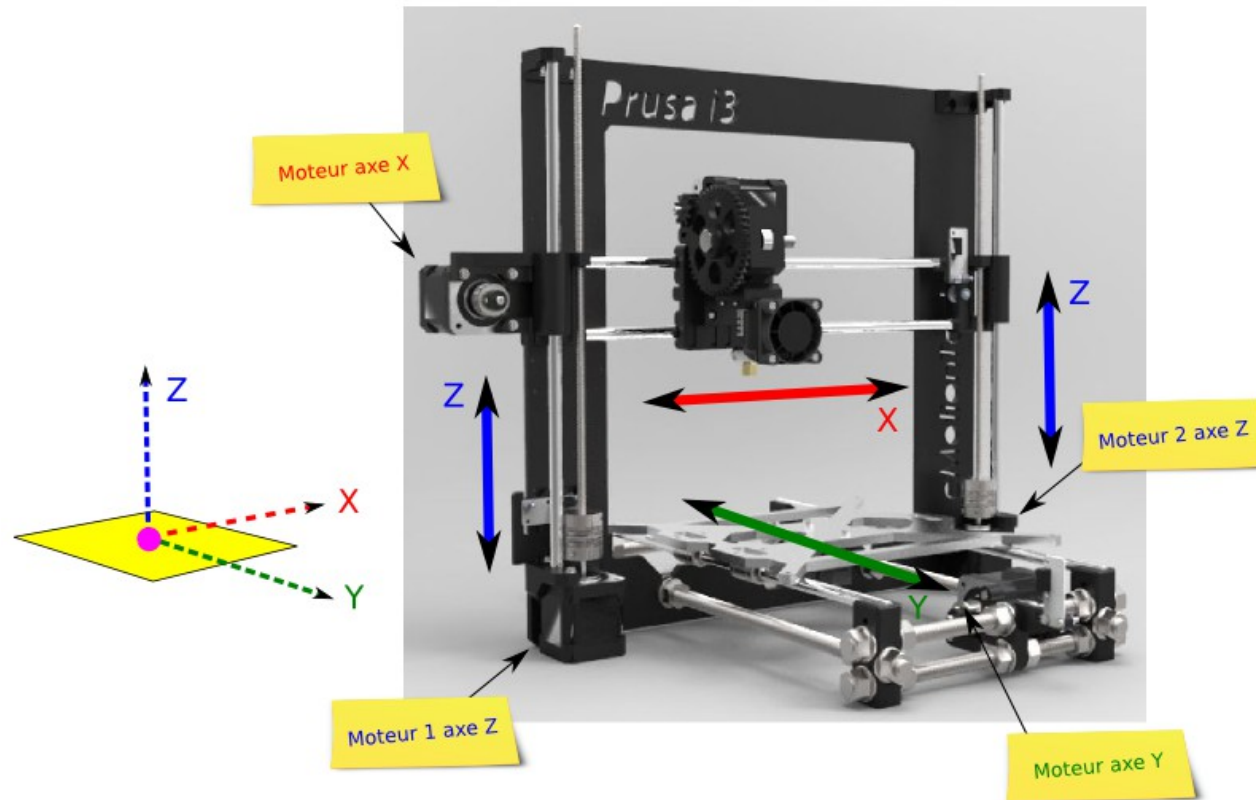
**Prêt ? C'est parti !**

## 2. Pré-requis

### Une imprimante 3D opensource (Prusa i3) montée et opérationnelle

On présuppose ici que l'on dispose d'une imprimante 3D RepRap type Prusa i3 ou équivalent, entièrement montée, prête à l'emploi. On ne s'attardera pas ici sur les aspects fonctionnels et techniques d'une telle imprimante, présentés par ailleurs. Pour faire simple :

- l'imprimante assure une mobilisation dans les 3 axes X,Y et Z
- ainsi que l'arrivée et la fonte du filament plastique utilisé au niveau de la buse chauffante : le bloc assurant cette fonction est appelé « extrudeur »



### Matériel à avoir sous la main :

Pour les impressions 3D, avoir sous la main :

- une pince à épiler (pour enlever le surplus de filament extrudé)
- une petite boîte « poubelle »
- idéalement, une spatule type raclette pour décoller les pièces une fois imprimées et refroidies

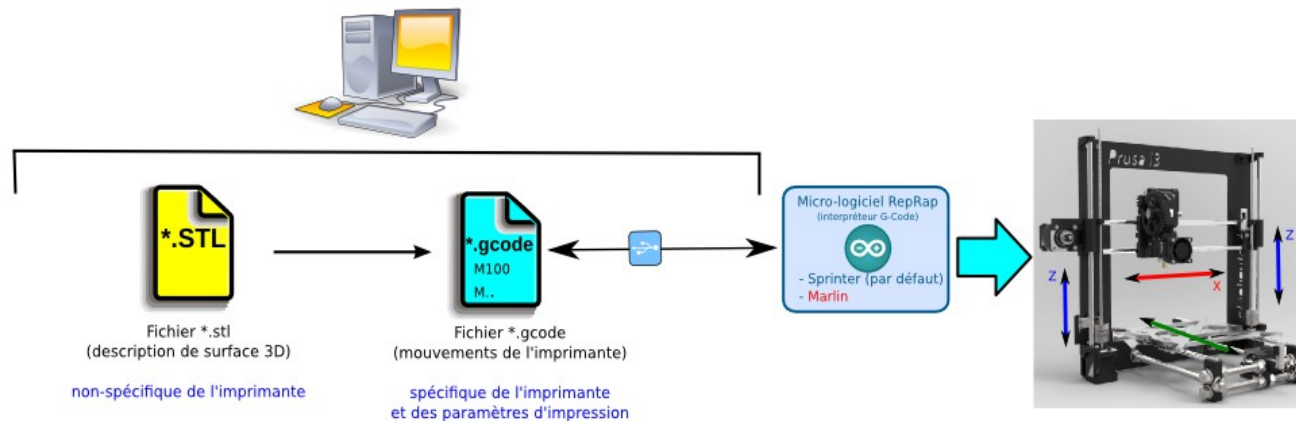
Il est également conseillé de travailler sur un plan dégagé autour de l'imprimante.

### 3. Rappel : Pour comprendre : la chaîne logicielle « courte »

#### Les étapes fondamentales de la chaîne logicielle d'impression 3D opensource

Les étapes fondamentales de l'impression 3D d'un objet sont les suivantes :

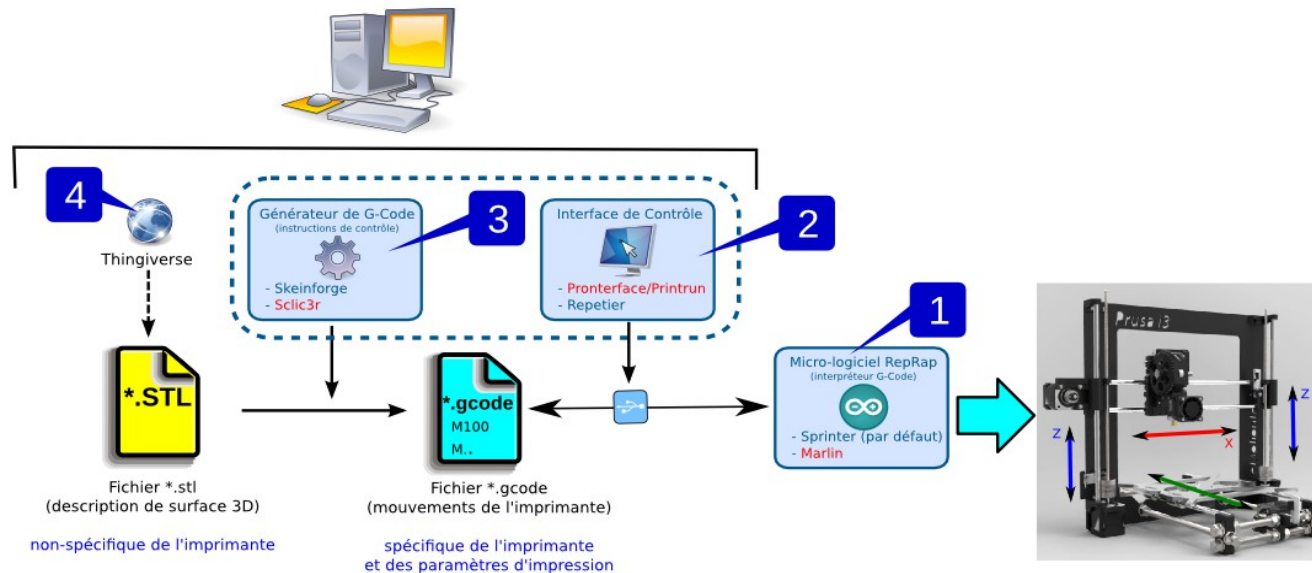
- on part d'un **fichier au format dit \*.STL** qui contient la description surfacique 3D d'un objet. **Le fichier \*.STL est une description de l'objet non-spécifique de l'imprimante utilisée.** C'est ce type de fichier qui sera partagé en ligne si on souhaite mettre une pièce à disposition de d'autres utilisateurs. En pratique, on pourra :
  - soit utiliser un fichier existant (dépôt de pièces en ligne)
  - soit générer ce fichier à partir d'un logiciel de conception 3D comme nous allons le voir
- le fichier \*.STL va ensuite être converti en un **fichier de \*.gcode** qui va contenir l'ensemble des instructions permettant les mouvements voulus de l'imprimante 3D pour imprimer la pièce. **Le fichier \*.gcode est spécifique :**
  - des **paramètres d'impression choisis** (épaisseur de couche, taux de remplissage, vitesse d'impression, etc...)
  - et des caractéristiques **de l'imprimante utilisée.**
- Les instructions du fichier \*.gcode seront ensuite envoyées à l'imprimante qui va exécuter les mouvements voulus grâce à son « micro-logiciel » qui est un **décodeur de G-Code.**



## Vue d'ensemble de la chaîne logicielle d'impression 3D open-source « courte » :

Une fois comprises les étapes fondamentales, il devient possible de décrire simplement la chaîne logicielle minimale nécessaire pour imprimer un objet 3D, chaîne qui va associer, en reprenant la chaîne à l'envers (le plus simple...) :

- un **micro-logiciel** (1) implémenté dans l'imprimante 3D elle-même qui va décoder le G-Code.
- un **logiciel d'interface de contrôle de l'imprimante 3D** (2) permettant de communiquer avec l'imprimante et de lui envoyer les instructions \*.gcode générée par le logiciel slicer. En pratique, il s'agit d'une interface graphique écrite en Python qui permet de contrôler manuellement ou automatiquement tous les éléments fonctionnels de l'imprimante via le port USB.
- un **logiciel de conversion d'un fichier \*.STL en fichier \*.gcode** (3), logiciel appelé également slicer. Ce logiciel est très puissant et va calculer tous les mouvements nécessaires de l'imprimante pour obtenir l'objet 3D. Il permet de moduler de nombreux paramètres de réglages, notamment l'épaisseur de la couche, le taux de remplissage voulu, la géométrie de remplissage à utiliser, la vitesse des mouvements, etc...
- on devra disposer au minimum d'un **fichier \*.gcode déjà préparé pour l'impression ou bien d'un fichier \*.STL tout prêt** (4), obtenu dans un dépôt en ligne de pièces 3D « prêtes à imprimer » : typiquement sur le site <http://www.thingiverse.com/>



## 4. Quelques règles de sécurité

### Mise hors tension d'urgence

- L'imprimante 3D doit être branchée sur **sa propre multiprise** avec un interrupteur d'arrêt dédié : l'intérêt principal est de pouvoir éteindre l'imprimante sans que cela mette également hors tension le poste fixe de contrôle.



**Vous devez commencer par repérer l'interrupteur de mise hors tension de l'imprimante et vous devez être en mesure de mettre l'imprimante « hors tension » en urgence au moindre problème évident.**

### Risque de brûlures et de blessures

- Vous devez être conscient que la buse est chauffée à 200°C et ne doit pas être touchée directement avec les doigts !
- Le plateau chauffant est également chaud, mais ne présente pas de risque évident de brûlures à 70°
- D'autre part, lorsque l'imprimante est en fonctionnement les parties mobiles peuvent potentiellement vous blesser si vous touchez avec les doigts !



**Ne touchez jamais la buse chaude : sinon, vous aurez le bout du doigt brûlé !**

**Ne touchez pas les courroies, roues dentées et éléments mobiles lorsque l'imprimante est en fonctionnement !**

### Mise sous tension

- Une fois que vous êtes prêt à imprimer, vous pouvez mettre l'imprimante sous tension.



**Une fois sous tension le ventilateur de refroidissement de la buse doit se mettre en route : si ce n'est pas le cas, mettez hors tension.**



## 5. Test de l'interface graphique de contrôle de l'imprimante : Printron

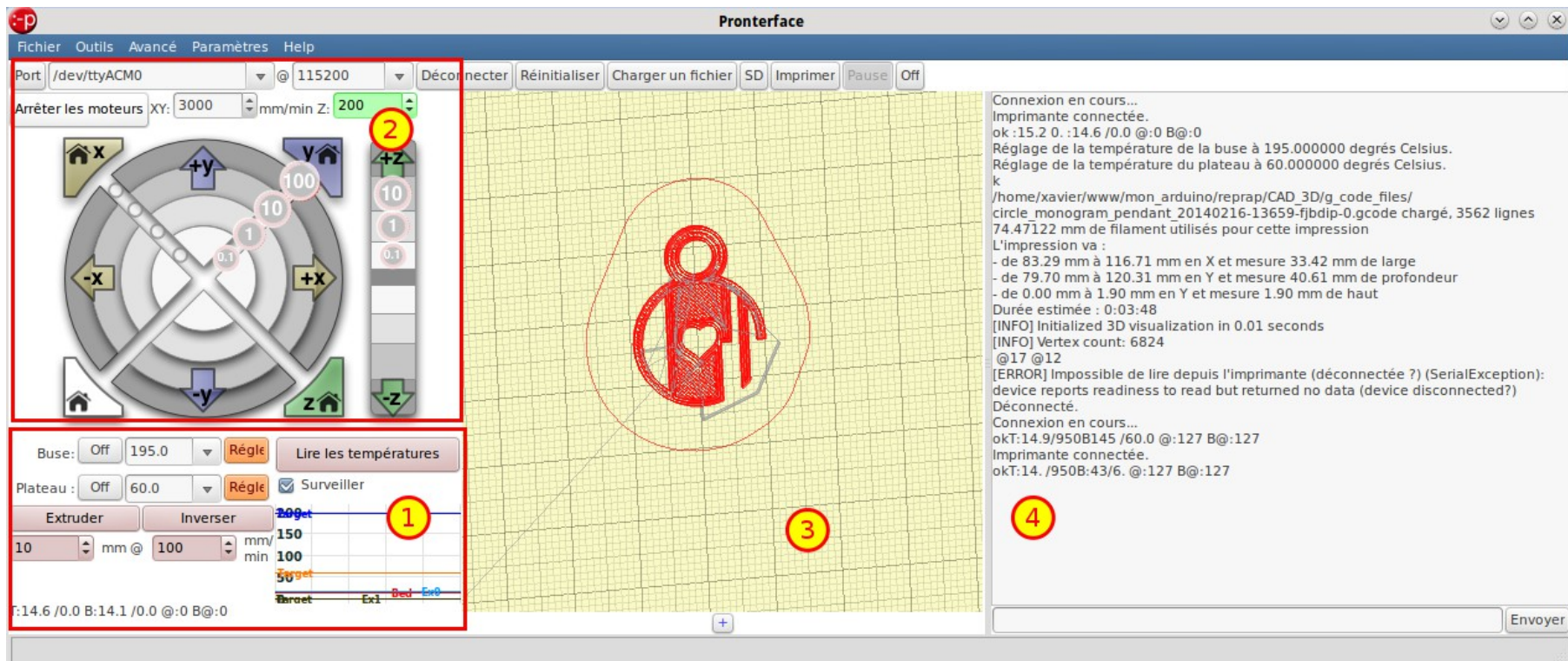
### Ce que l'on va faire ici

Nous allons installer l'interface de contrôle de l'imprimante 3D : cette interface, appelée également Pronterface, écrite en Python, va communiquer avec la carte Arduino en lui envoyant des instructions G-Code. Le G-Code est un ensemble d'instructions simplifiées qui ont une signification reconnue par l'imprimante.

L'interface graphique permet le contrôle complet de l'imprimante :

- contrôler la **communication série** avec l'imprimante via le port USB
- contrôler et paramétrer la **chauffe de la buse, du plateau, et visualiser les températures**
- contrôler l'**extrusion** (arrivée du fil plastique)
- contrôler les **mouvements des différents axes X, Y et Z**
- **visualiser la pièce** à imprimer en 2D ou 3D
- bien sûr **lancer une impression** à partir d'un fichier G-Code...
- et même **visualiser graphiquement la progression** de l'impression 3D !!

Noter que **toute la communication entre l'interface graphique et le PC sera visualisée dans une fenêtre**, équivalent du terminal Série Arduino.



1: gestion températures et extrusion | 2: gestion moteurs axes | 3 : visualisation 3D | 4 : messages séries

Licence de cet exemplaire accordée à Franck Ourion uniquement pour usage personnel, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) # 7517226



La page du site reppap sur ce logiciel : <http://reppap.org/wiki/Printrun/fr>

### **Téléchargement**

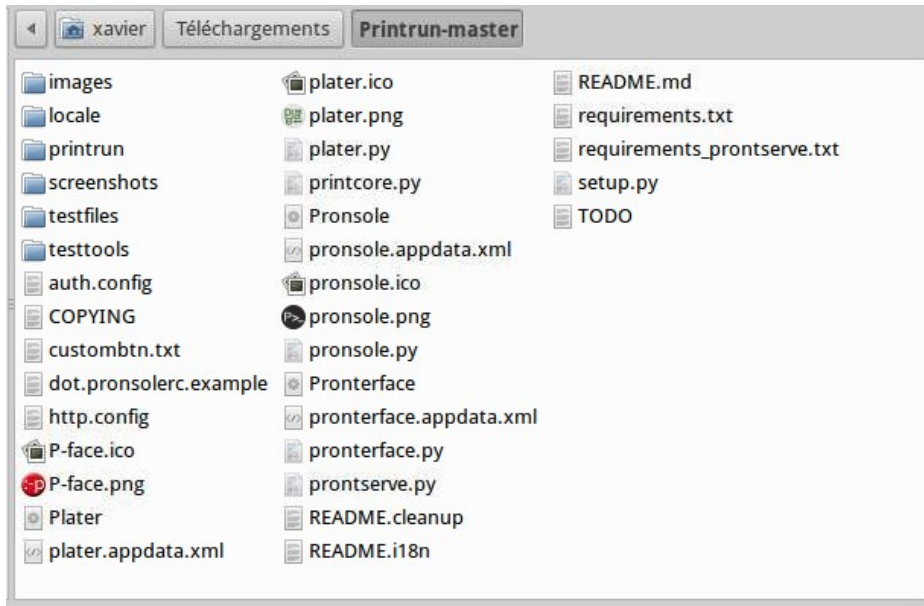
C'est un logiciel opensource qui existe en plusieurs versions...

Je conseille la version Kliment à télécharger ici (bouton « Télécharger le Zip » sur la gauche) :

<https://github.com/kliment/Printrun>

Ensuite, extraire l'archive. On obtient un répertoire contenant les fichiers suivants :





On repère les différents codes Python (donc exécutables), notamment pronterface.py qui correspond à l'interface.

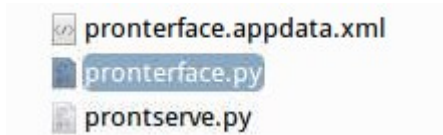
### **Installation sous Gnu / Linux**

Il faut également installer les dépendances suivantes :

```
sudo apt-get install python-serial python-wxgtk2.8 python-pyglut python-tornado python-setuptools python-libxml2 python-gobject avahi-daemon libavahi-compat-libdnssd1 python-psutil python-numpy python-opengl
```

### **Lancement**

Graphiquement, ouvrir le gestionnaire de fichier et double-clique sur le fichier pronterface.py :

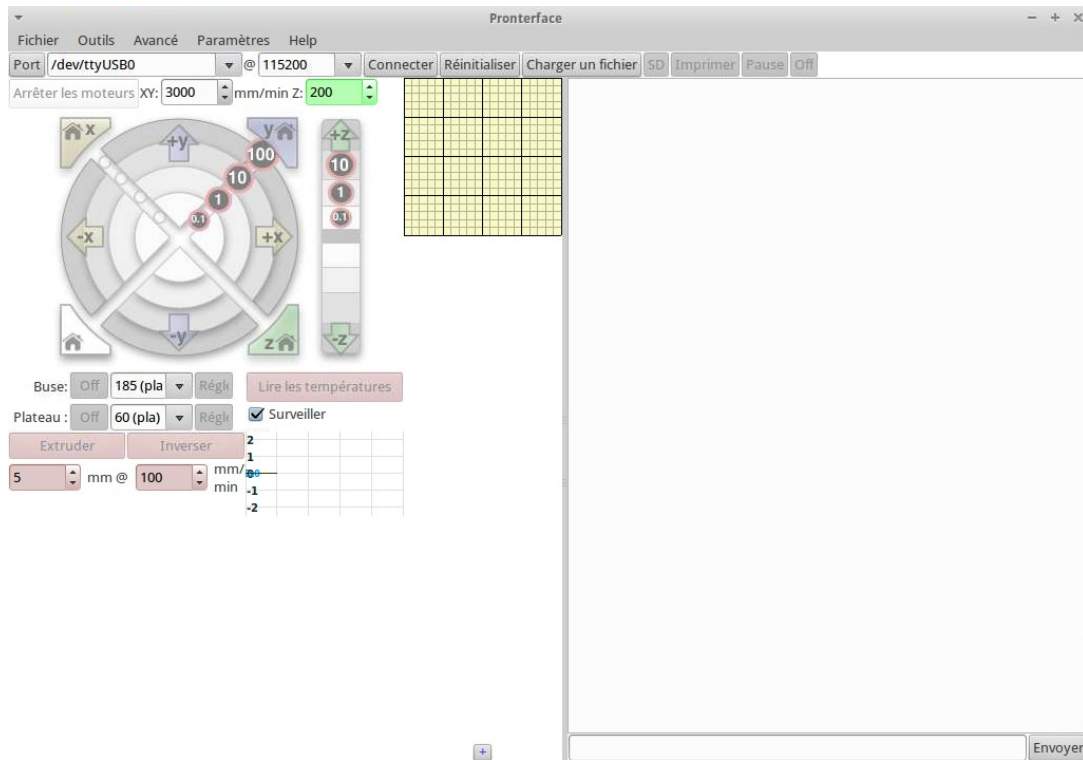


Pour lancer en ligne de commande :

```
cd chemin/ou/se/trouve/le/fichier
./pronterface.py
```

On peut aussi la lancer à partir d'un lanceur directement sur le bureau.

On obtient l'interface :



## Paramétrage initial du logiciel

La première chose à faire est de réaliser le paramétrage initial : aller dans le menu Paramètres > options  
On obtient :

Modifier les paramètres

Paramètres

Paramètres de l'imprimante | Interface utilisateur | Commandes externes

Port série /dev/ttyUSB0

Débit de la communication 115200

Température du lit pour l'ABS 110

Température du lit pour le PLA 60

Température de l'extrudeuse pour l'ABS 230

Température de l'extrudeuse pour l'ABS 185

Vitesse manuelle X & Y 3000

Vitesse manuelle Z 200

Vitesse manuelle E 100

Largeur 200,00 Longueur 200,00 Hauteur 100,00

Dimensions utiles Offset en X 0,00 Offset en Y 0,00 Offset en Z 0,00

Position du homing en X 0,00 Position du homing en Y 0,00 Position du homing en Z 0,00

Circular build platform ☐

Nombre d'extrudeuses 1

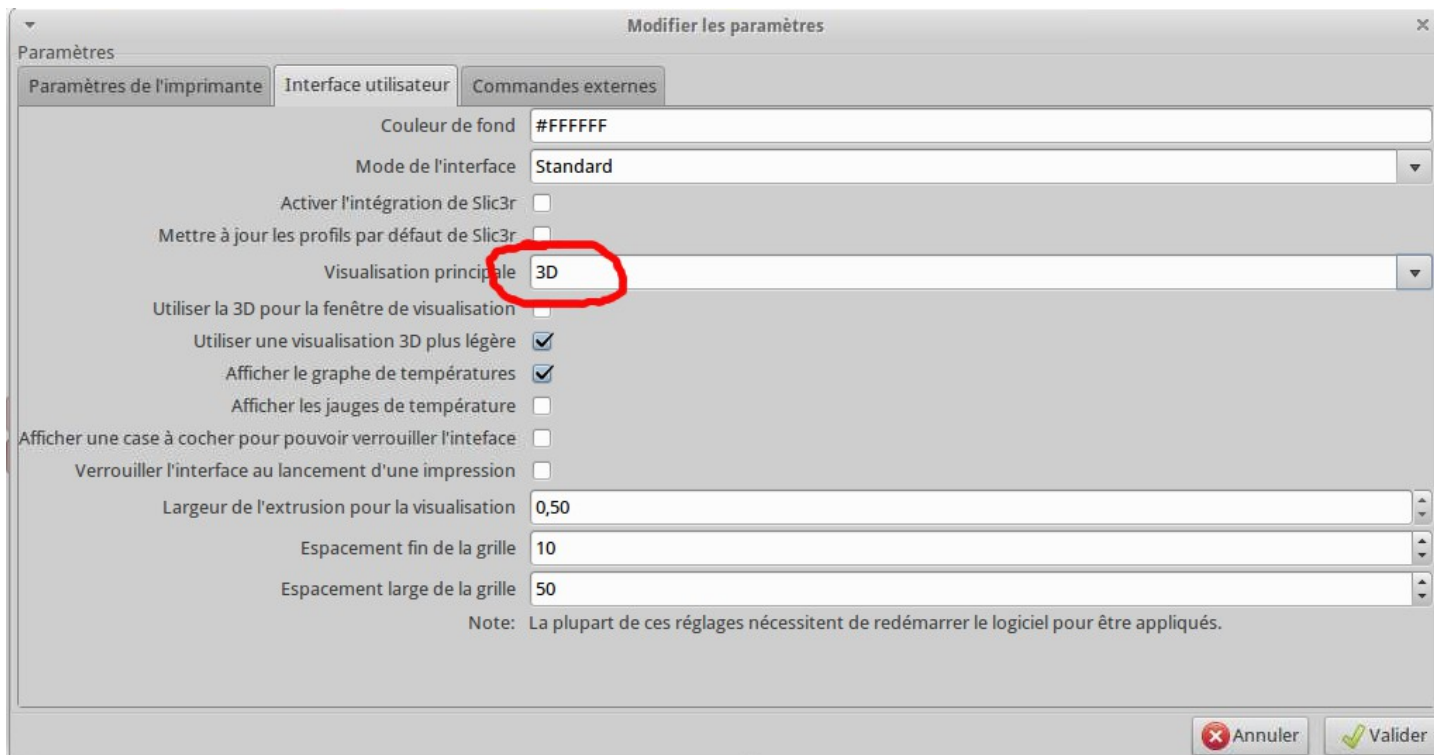
Limiter les mouvements manuels ☐

Annuler Valider

La plupart des paramètres (ci-dessus) est correcte par défaut sur la Prusa i3. On peut éventuellement centrer le 0,0 sur le centre du plateau en mettant un offset X et Y de -100... mais en pratique, ça pose des problèmes je trouve.

Vérifier que le port par série par défaut est le bon : à modifier au besoin.

On peut également paramétrer l'interface utilisateur, notamment activer la visualisation 3D :

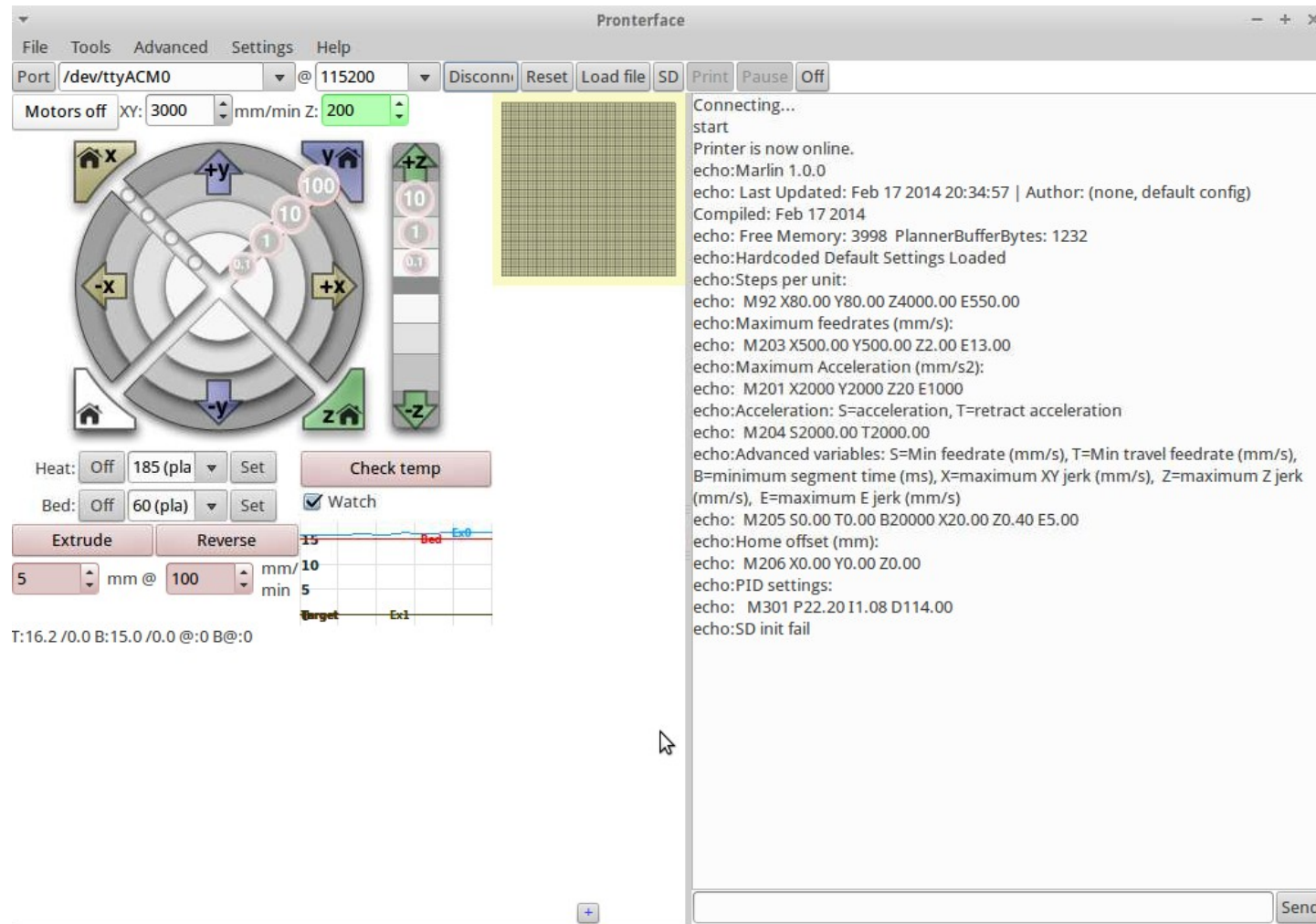


## 6. Procédures de test

### Tester la connexion série

Cette fois, on rentre dans le vif du sujet :

- connecter l'imprimante au PC
- mettre l'imprimante sous tension : **on doit entendre le ventilateur tourner.**
- vérifier que le port série est le bon, de même que le débit de connexion (comme pour le logiciel Arduino)
- et cliquer sur le bouton connecter, ce qui donne :



Les messages de la fenêtre Terminal s'affichent, témoignant de la bonne connexion de l'imprimante.

[Licence de cet exemplaire accordée à Franck Ourion uniquement pour usage personnel , franck.ourion@univ-lorraine.fr # 7517226](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr)

## Tester la chauffe du plateau et de la buse chauffante

**Avant toute mise en chauffe de la buse, vérifier que le ventilateur fonctionne +++  
Sinon, l'extrudeur lui-même va fondre et vous devrez le changer !**

On va commencer par tester la chauffe du plateau chauffant et de la buse : commencer par régler les températures cibles :

- moi j'utilise **210°C** en température de buse pour le PLA
- et **70°** pour le plateau chauffant

Une fois réglé, cliquer sur « set » : la chauffe s'active, les courbes de température cible s'affiche et les températures doivent commencer à monter sur le graphe dynamique :



A tout moment, il est possible de lire les températures via le bouton « Check Temp ».

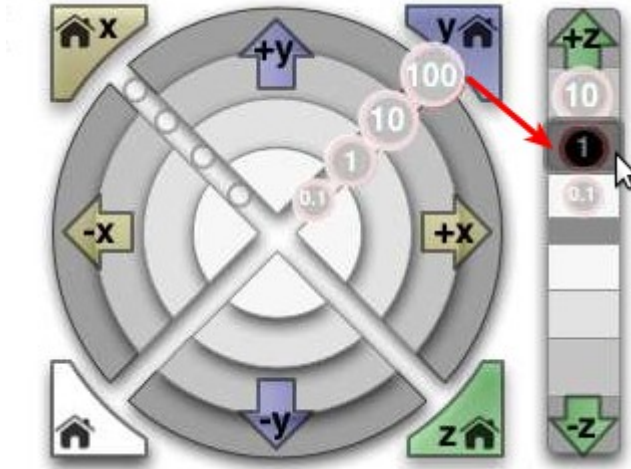


### Tester les mouvements des axes

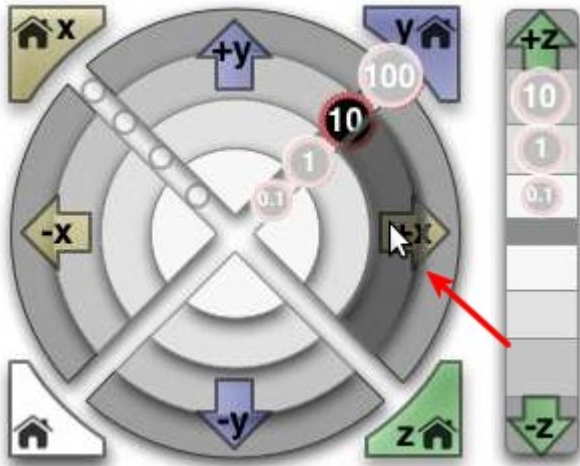
Pour tester les axes, c'est très simple : il suffit de cliquer sur les boutons graphiques de l'interface. Utiliser les boutons 1 ou 10 pour éviter les mouvements trop importants...

**Les valeurs affichées sont en millimètres : ne pas utiliser les mouvements de 100mm (=10cm) !**  
**D'autre part, soyez prêts à mettre l'imprimante « hors tension » en urgence au moindre problème évident**

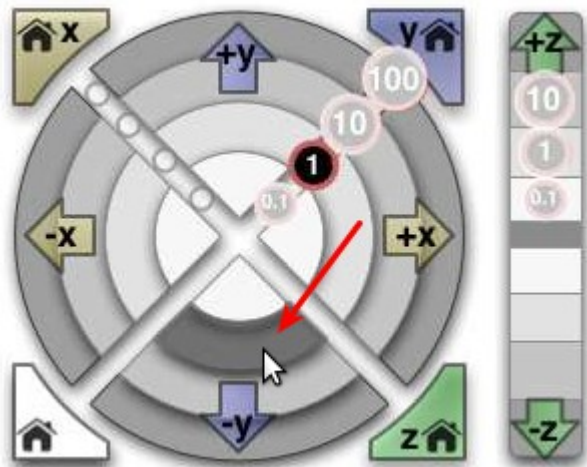
On va commencer par tester l'axe Z vers le haut (sans danger) :



Même chose pour l'axe X (le chariot de l'extrudeur) : attention, l'axe X se déplace de façon inversée par rapport à l'interface :



Puis enfin, l'axe Y (le plateau chauffant) :

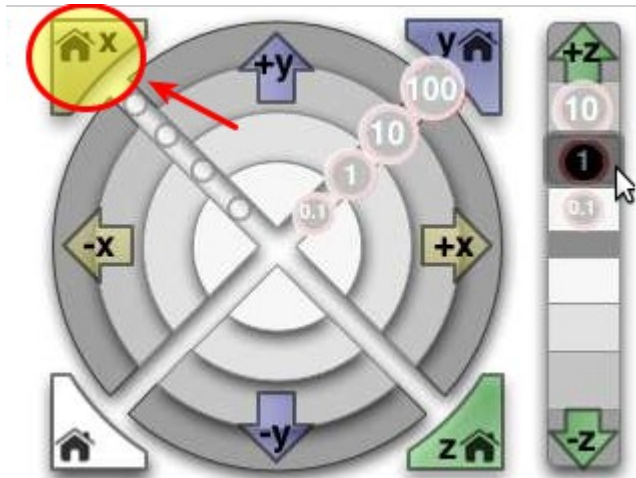


### Tester les « home » des axes

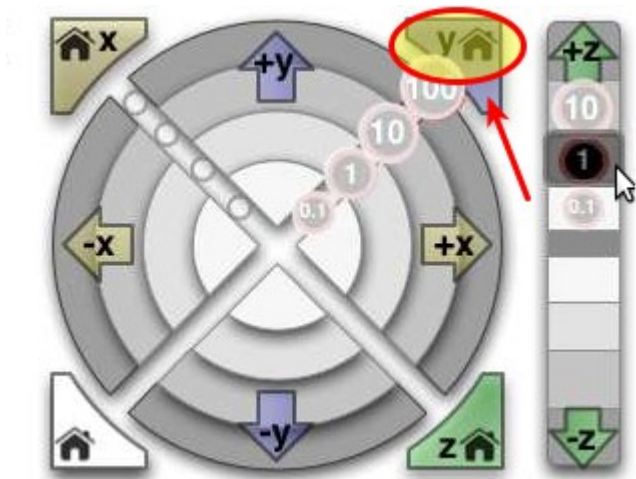
Une fois testé les axes, on peut tester les « home », le retour en position 0 d'un axe donné :

**Soyez prêts à mettre l'imprimante « hors tension » en urgence au moindre problème évident**

On va commencer par tester le « home » du X



Même chose pour le home de l'axe Y :



Puis enfin, le « home » de l'axe Z : la buse doit s'arrêter à l'épaisseur d'une ou 2 feuilles de papier du plateau

**Soyez prêts à mettre l'imprimante « hors tension » en urgence si la buse vient « enfoncer » le plateau**



Noter que l'on dispose également d'un bouton de « home » général qui place les 3 axes en position « Home » :

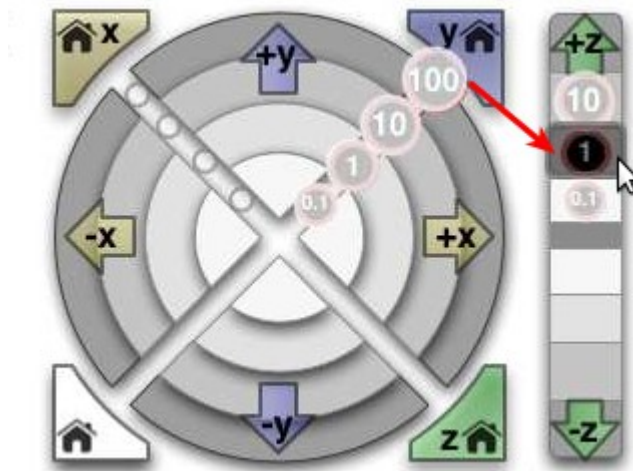
## Tester l'extrusion

A présent, on va tester l'extrusion du fil, un moment très sympa la première fois !!!

On commence par faire chauffer la buse (déjà fait si vous avez mis en chauffe précédemment).



Faire monter l'axe Z de quelques centimètres pour bien visualiser le fil sortant de la buse



Lancer l'extrusion de quelques mm de filament en cliquant sur le bouton extrude :



Au bout d'un moment, on doit voir le fil sortir de la buse. Quand c'est le cas, un clic doit faire sortir quelques centimètres de fil fondu : ça doit sortir 2 ou 3 cm pour 5mm Enlever le surplus de fil à la pince à épiler.. Si le fil ne s'écoule pas de façon assez fluide, monter la température de la buse quelques degrés par cran de 5°. Tout fonctionne ?? Cool non !?

**Cette opération d'extrusion de filament sera à répéter juste avant de lancer une impression afin de remplir la buse avant de lancer l'impression.**

## 7. **Synthèse**

Bien, à ce stade :

- vous avez lancé les chauffes (buse + plateau)
- vous avez testé les axes X, Y et Z
- vous avez testé l'extrusion : vous êtes prêts pour lancer une impression !



## **8. Procédure : Imprimer une pièce à partir d'un fichier \*.gcode existant**

### **Ce que l'on va faire ici**

La procédure de base pour toute impression 3D est l'impression d'un fichier \*.gcode par l'imprimante 3D. Le fichier \*.gcode est obtenu précédemment grâce au logiciel « générateur de G-Code », tel que Slic3R. On suppose ici que l'on dispose d'un tel fichier correctement paramétré pour l'imprimante.

### **Pré-requis**

Je suppose ici :

- que l'on dispose d'une imprimante rechap opérationnelle avec le firmware (micro-logiciel) Marlin programmé
- que l'on utilise un poste sous Gnu/Linux (typiquement Debian ou Ubuntu)
- avec le logiciel Pronterface installé et opérationnel

### **Matériel nécessaire**

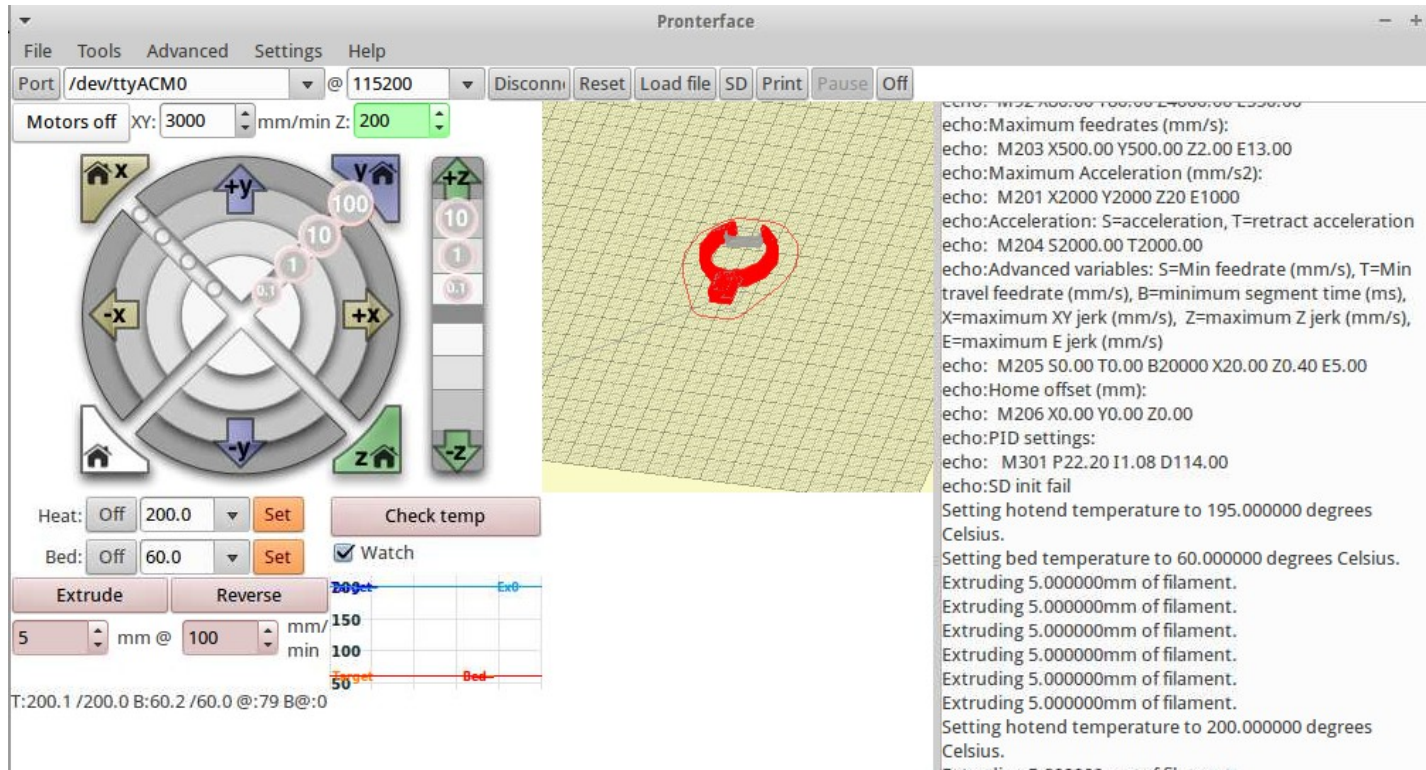
Pour réaliser une impression dans de bonnes conditions, je vous suggère de disposer en permanence à côté de l'imprimante :

- d'une **pince à épiler** à pattes fines et pointues,
- d'une boîte à glace ou équivalent qui vous servira de « **poubelle de table** », pour y mettre les filaments retirés de la buse avec la pince à épiler
- +/- d'une spatule en plastique souple pour décoller les pièces de la plaque de verre ou gratter les résidus restant sur la plaque
- +/- de quelques cotons tiges qui permettront de nettoyer la buse occasionnellement

### **Charger le fichier**

Lancer le logiciel Pronterface

Ouvrir le fichier \*.gcode : la pièce apparaît en rouge dans la fenêtre 3D



## Préparer l'impression

Avant toute chose, vérifier que le plateau est propre, notamment qu'il ne reste pas le « pourtour » de l'impression précédente ou autre sur le plateau ni de résidus : les retirer à la spatule souple au besoin.

Pour que l'impression soit possible, il faut que la buse soit chaude, de même que le plateau chauffant :

- Régler au besoin la température initiale manuellement : typiquement 190° à 200° pour du PLA pour la buse, avec un plateau à 60-70°C environ.
- Puis activer la chauffe en cliquant sur les boutons <set> du Heat et du Bed.
- Cliquer sur l'option <watch> pour voir le graphique dynamique de la montée en température du plateau et de la buse.

Une fois que la buse est en température :

- à l'aide d'une pince à épiler, attraper le filament écoulé présent sous la buse et le mettre dans la poubelle
- réaliser une extrusion de 10mm, à renouveler éventuellement, de façon à ce que le filament sorte sans difficulté et que la buse soit pleine

## Lancer l'impression

Une fois que le plateau est en température, on peut lancer l'impression en cliquant sur «<print>» : c'est magique ! Après quelques instants, les axes de l'imprimante se calent en 0,0,0..

Une fois que la buse s'est positionnée en 0,0,0, on a quelques secondes pour à nouveau enlever à la pince à épiler un résidu de filament écoulé.

Puis l'impression commencer et durera le temps indiqué dans l'interface.

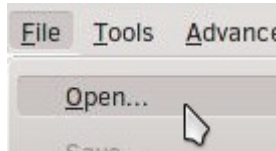
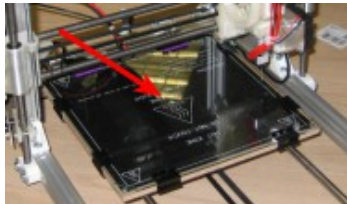
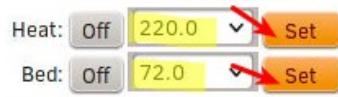

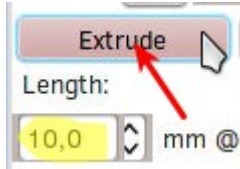
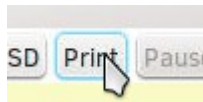

### ***Fin de l'impression***

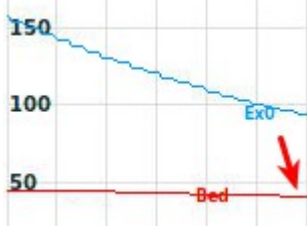

Une fois la pièce imprimée, laisser le plateau refroidir. Une fois froid (45°C), la pièce se détache facilement de la plaque de verre sans forcer ! Si vous êtes attentif, vous entendrez même un discret « claquement » qui vous indique le décollement de la pièce.

### ***Quelques trucs utiles***

- Après plusieurs impressions, des résidus de filaments fondu peuvent s'accumuler autour de la buse, réalisant un liquide noirci : l'enlever de temps en temps à l'aide d'un coton tige sinon, une goutte tombera sur la pièce et la rendra « sale »...
- Pour augmenter l'adhérence du plateau : pulvériser de la laque fixante pour cheveux, à faire une fois de temps en temps (pas à chaque impression)

### Synthèse Procédure « Lancer une impression 3D »

Etape	A faire	Photo	Notes
<b>1</b>	Charger le fichier gcode		Le fichier gcode est généré au préalable avec Slic3R
<b>2</b>	Nettoyer le plateau à l'aide d'une spatule / chiffon		Ne pas oublier !
<b>3</b>	Lancer les chauffés		Cibles PLA : 210°/70°
<b>4</b>	Vérifier élévation du Z		
<b>5</b>	Remplir la buse (« extrude » x2) et enlever le surplus à la pince à épiler.		
<b>6</b>	Lancer l'impression		
<b>7</b>	Impression en cours		Rester à proximité de l'imprimante. Vérifier que le filament se déroule facilement.

8	Laisser refroidir à 40°		
9	C'est prêt ! Vous pouvez retirer la pièce du plateau		Si ça ne décolle pas, attendez encore un peu...

## **9. Impression 3D : Procédure : Réglage / vérification de la hauteur de la buse d'extrusion (réglage du Z)**

Doc : <http://www.reprap-france.com/content/33-prusa-i3-montage-extrudeur>

**Note : le réglage du Z doit être refait à chaque changement de composant telle que l'extrudeur, la buse, etc. et doit être vérifié à chaque impression.**

**TRUC : en réalisant cette manipulation avec le port USB connecté, la LED des endstops s'allumera lors du contact.**

**Ce que vous devez faire :**

### **Etape 1**

**« Déplacer le chariot X et le placer en fin de course (vous devriez entendre le « clic » du endstop). La buse doit être à quelques millimètres du bord de la plaque en verre (sur le côté droit). »**

### **Etape 2**

**« Tourner les deux coupleurs manuellement et en même temps dans le sens antihoraire pour faire descendre la buse jusqu'à pouvoir passer une feuille de papier pliée en deux entre elle et la plaque en verre. »**

### **Etape 3**

**« Déplacer le chariot X à l'opposé (vers la gauche). Vérifier que la buse est à la même hauteur que du côté droit (glisser la feuille de papier comme repère). Dans le cas contraire, tenir le coupleur droit immobile et tourner le coupleur gauche manuellement pour rapprocher ou éloigner la buse. »**

### **Etape 4**

**« Une fois le réglage de la buse effectué, monter le endstop de l'axe Z à l'aide d'un tournevis par exemple jusqu'à activer celui-ci (attendre le « clic »). Resserrer les boulons M3 si nécessaire. »**

Il faut également avoir réglé correctement l'axe Z

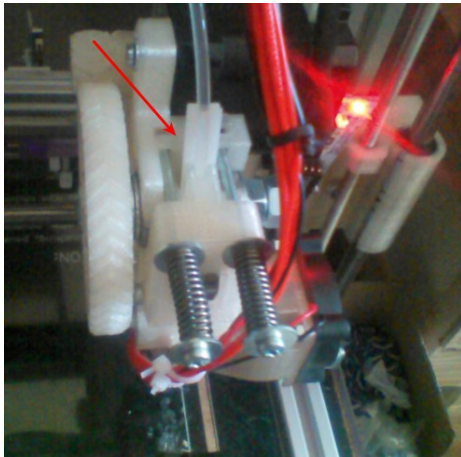


## 10. Impression 3D : Procédure : changement simple de filament

Accessoires utiles :

- languette de blocage du guide de l'extrudeur
- taille crayon
- le nouveau filament à utiliser
- pince à épiler

Commencer par mettre en place la languette de blocage de l'extrudeur

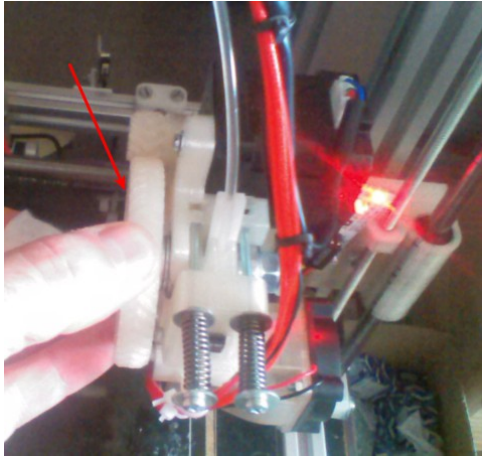


Mettre en chauffe la buse et attendre qu'elle soit à 200°C

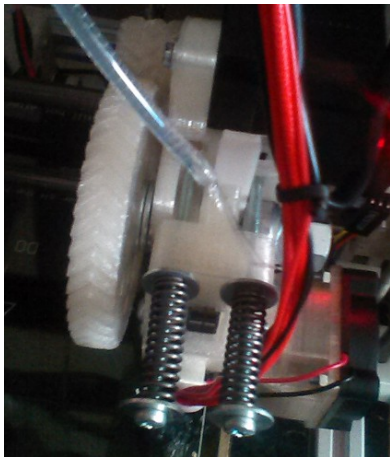


Ensuite, tourner manuellement la grande roue dentée de l'extrudeur de façon à faire remonter le filament sur 8cm environ :

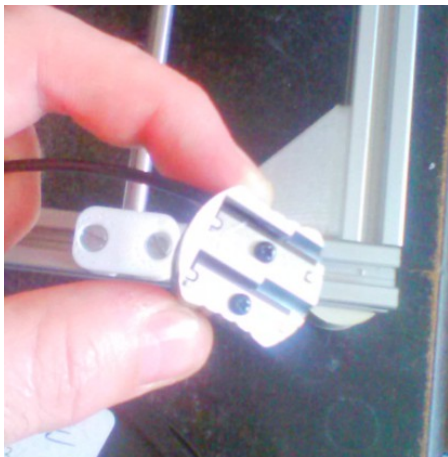
**Si la roue dentée est bloquée (moteur actif), cliquer sur le bouton « Motor off » de l'interface**



Retirer complètement le filament plastique : on voit très bien sur le filament l'empreinte de la vis d'entraînement



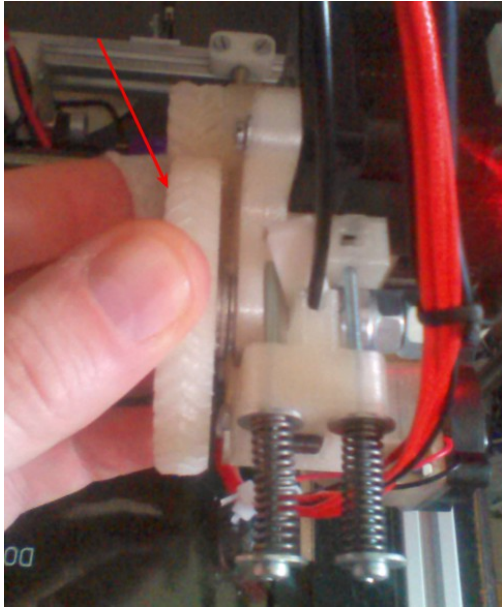
Ensuite, tailler au taille crayon légèrement l'extrémité du nouveau filament de façon à « conifier » légèrement du filament :



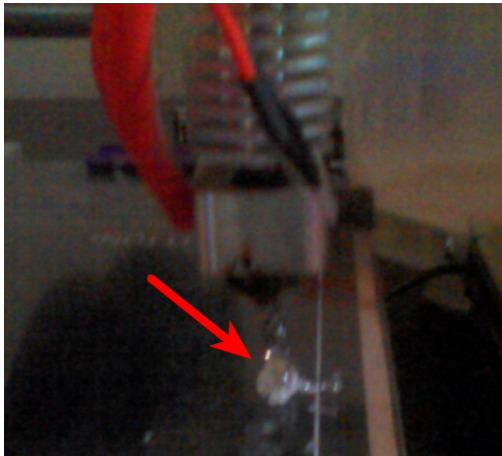
Ensuite, engager le fil dans l'extrudeur :



Puis tourner à nouveau manuellement la roue de l'extrudeur de façon engager 8cm de filament dans l'extrudeur :



Puis le faire avancer manuellement jusqu'à la sortie du filament : on doit voir le filament commencer à sortir lorsque l'on a atteint la buse chaude



Voilà, c'est terminé : vous pouvez relancer une impression !

## **11. A présent, vous devriez être capable :**

- d'utiliser une imprimante 3D opensource opérationnelle.

# Table des matières

Prise en main d'une imprimante 3D opensource opérationnelle.

Intro |

Pré-requis |

Rappel : Pour comprendre : la chaîne logicielle « courte » |

Quelques règles de sécurité |

Test de l'interface graphique de contrôle de l'imprimante : Printron |

Procédures de test |

Synthèse |

Procédure : Imprimer une pièce à partir d'un fichier \*.gcode existant |

Impression 3D : Procédure : Réglage / vérification de la hauteur de la buse d'extrusion (réglage du Z) |

Impression 3D : Procédure : changement simple de filament |

A présent, vous devriez être capable : |



Bravo !  
vous avez terminé cet atelier !



Prêt pour la suite ? Retrouvez de nombreux autres thèmes d'ateliers « Impression 3D » ici :  
[http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_mon\\_club\\_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERSIMPRESSION3D](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_mon_club_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERSIMPRESSION3D)