

# PROJET DE FIN D'ETUDE

Effectué au sein de FMIA TFZ

*fmia* TFZ

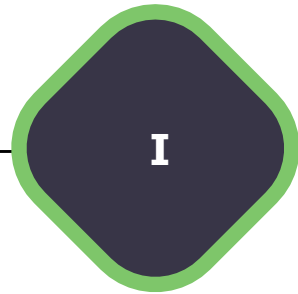
Présenté par :  
FARES Achraf  
JBARI Abdelhafid  
BAKKALI houdaifa  
EL MAMOUN Ahmad  
BELAFQIH Mostafa  
Najiya ghitab

"Année universitaire 2020/2021

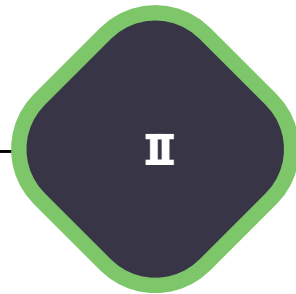
Filière: système industrielle automatisée

Encadré par :  
**Mr.AHRICH Zakaria**

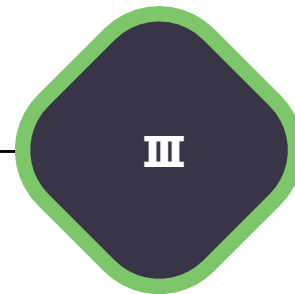
# PLAN



Introduction  
général



Présentation projet de fin de  
formation



Matériel et logiciel



Conclusion

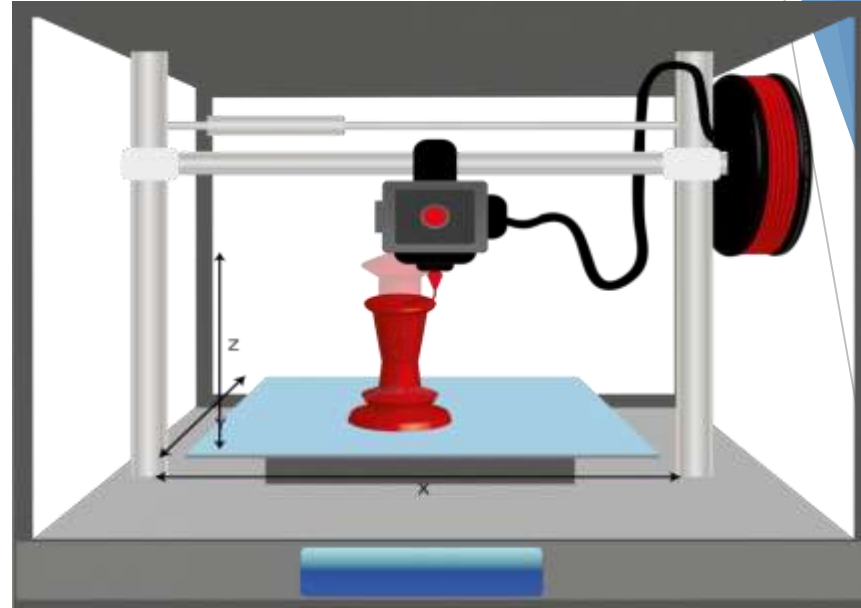
# Introduction générale

Comme chaque designer le sait, transformer une grande idée en un objet concret et pouvoir le tenir dans sa main est quelque chose de magique. Cet idéal est en fait une réalité mondiale pour les designers et ingénieurs exigeants et avertis. Des prototypes à la demande, disponibles en deux heures grâce à une machine d'impression propre.

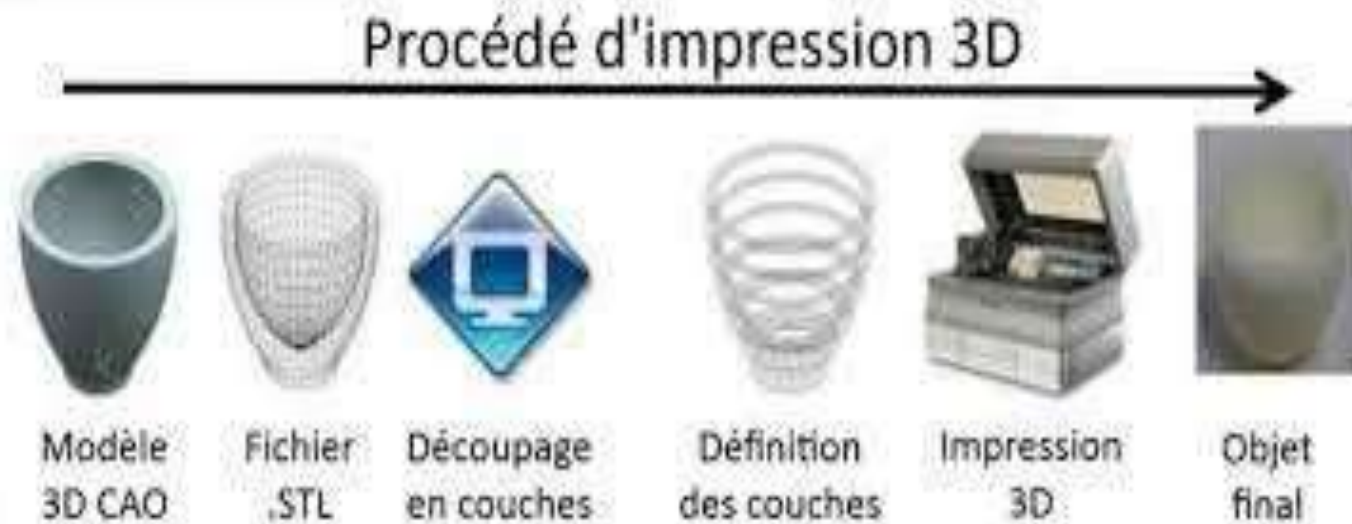
# Présentation projet de fin de formation

## ❖ Définition de l'impression 3D

L'impression 3D, est une nouvelle technologie du prototypage rapide et il est facile de fabriquer une pièce avec précision par exemple réalisation d'une pièce de rechange ..., c'est la création d'un objet en trois dimensions à partir d'un modèle numérique. On utilise des matériaux comme : le plastique, le métal, le béton, .etc.



## ❖ Le procédé d'impression 3D



# Présentation projet de fin de formation

Extrusion de matière ou Fused Deposition Modeling (FDM ou FFF)

1

2

Frittage Laser ou DMLS et  
**SLS**

Stéréolithographie ou Vat photopolymérisation (SLA)

3

4

Projection de matière ou  
Matériel jetting :

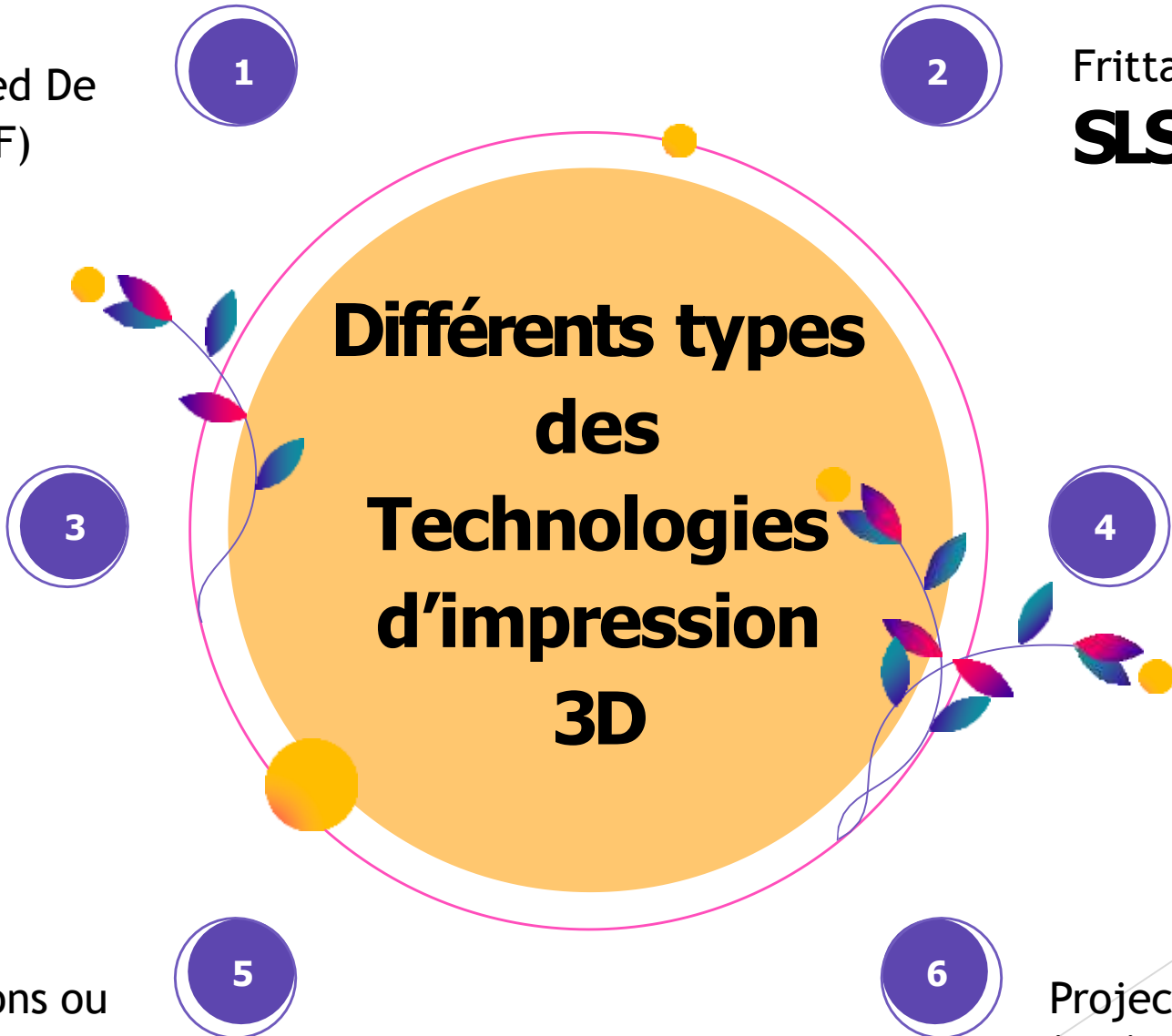
Fusion par faisceau d'électrons ou  
Electron Beam Melting

5

6

Projection de liant ou Binder  
jetting

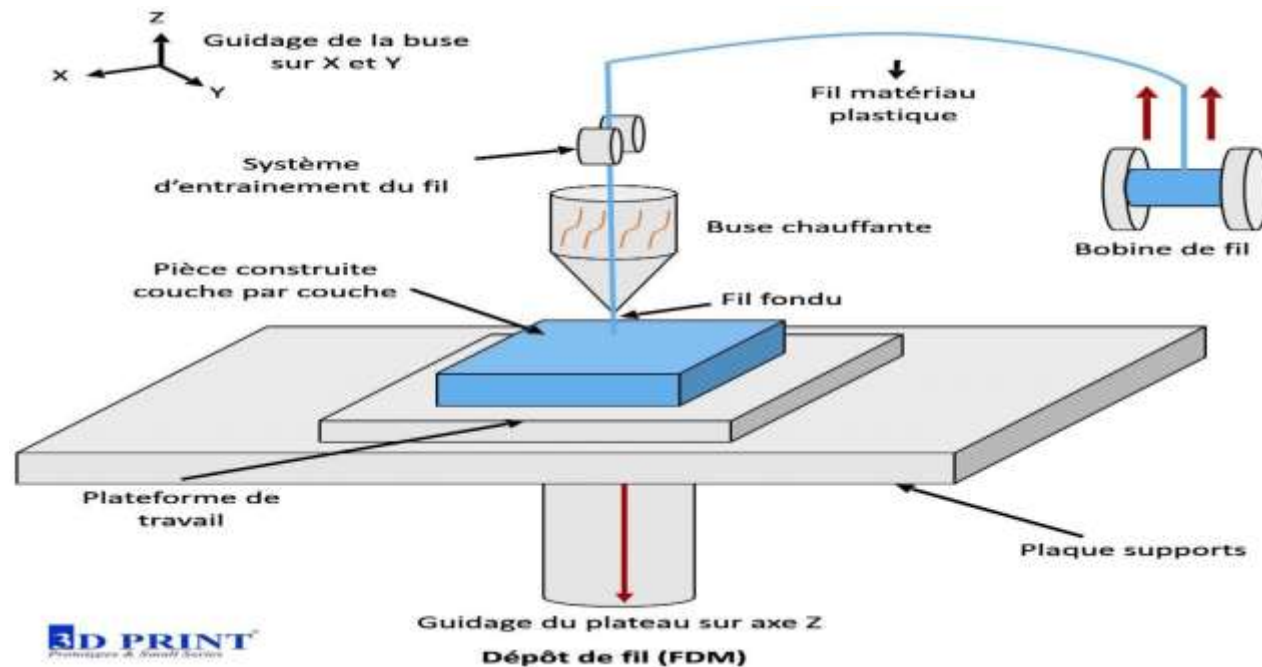
**Différents types  
des  
Technologies  
d'impression  
3D**



# Présentation projet de fin de formation

## ❖ Fonctionnement de l'impression 3D

La technologie FDM (Fused Deposition Modeling) consiste à mettre en place une bobine, de fil polymère en général qui en se déroulant est emmenée dans un moteur. Une buse est présente et chauffe la matière. En fonction des polymères, la température varie de 120 à 250 degrés. Une fois que la matière est dans la buse, elle atteint sa température de transition vitreuse. C'est à ce moment-là que la matière est expulsée de la buse et déposée sur un plateau. Ce plateau est, ou non, chauffé.



## Introduction

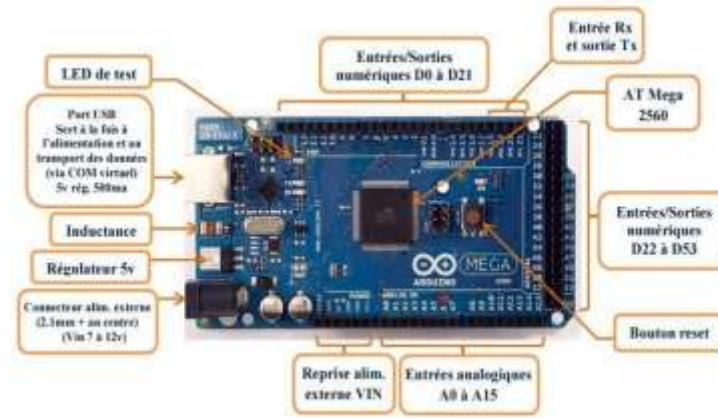
L'imprimante 3D est une machine réalisant des fonctions mécanique telle qu'un déplacement ou un positionnement , pour cela on 'a besoin d'actionneurs comme les moteurs pas à pas et des technique et moyens pour la transmission des informations tel que la carte programmable Arduino avec des logiciel informatique.

# Les matériel :



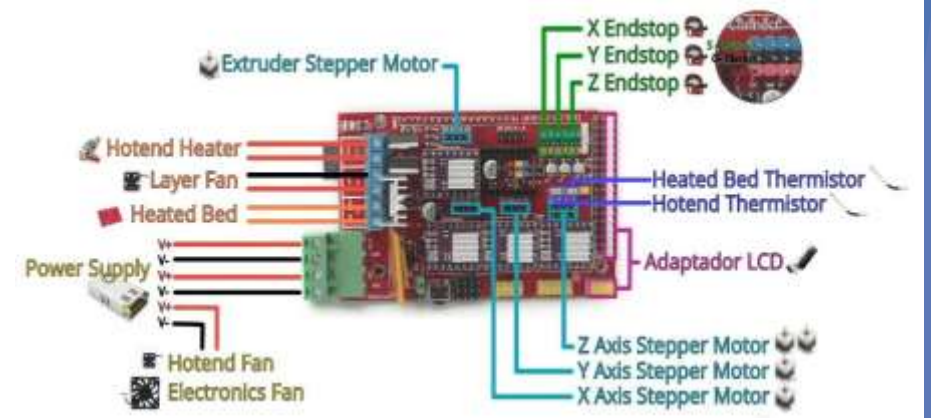
**Moteur pas a pas  
(NEMA17)**

Le moteur pas à pas est un convertisseur électromécanique qui assure la transformation d'un signal électrique impulsif en un déplacement mécanique (angulaire ou linéaire).



**la carte arduino (Méga 2560).**

Est un circuit imprimé de prototypage électronique il contient un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques.



**Ramps**

La RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield) est une carte conçue pour piloter le circuit de puissance d'une imprimante 3D et pour y connecter les différents senseurs, capteur de fin de course, LCD, 7segment... etc.



# Les matériel :



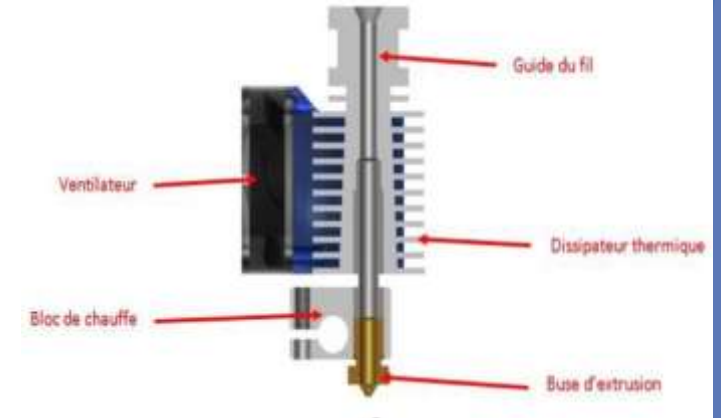
## L'alimentation

une alimentation ATX utilisée pour alimenter un ordinateur de bureau ou alimentation 12 Volts 10A il est suffisantes, selon votre électronique et de 220 à 240W de puissance.



## Matériaux d'impression

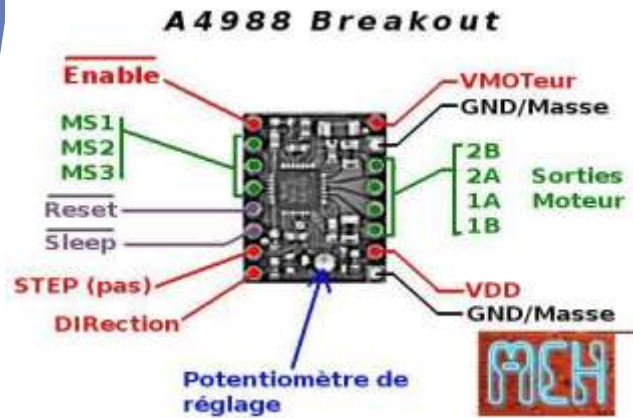
ABS ou L'acrylonitrile butadiène styrène, représenté par la figure est un polymère thermoplastique présentant une bonne tenue aux chocs, relativement rigide, léger et pouvant être moulé.  
Température de fusion 240 C° plus ou moins 10 C°



## Extrudeuse Chauffer.

La tête d'impression 3D est la partie d'une imprimante 3D qui permet d'éjecter un matériau sous une forme liquide ou semi-liquide afin de le déposer par couches successives dans le volume d'impression 3D.

# Les matériel :



## Le driver STEPSTICK A4988.

C'est un contrôleur de moteur pas à pas en micro\_stepping ; leur avantage Contrôle en courant ajustable, à l'aide d'un potentiomètre, Protection en cas de surchauffe, court-circuit, il support la charge entre 8 et 35V

## Thermistor.

Les thermistances sont des composants dont la résistance diminue lorsque la température augmente. Elles utilisés pour prendre la température du Lit chauffant (entre 80 et 110°C) et l'extrudeur qui atteint 180 à 240°C. Ce type de thermistance peut être utilisé entre les températures de -40°C à +350°C.

## Glissière télescopique à billes

Une glissière télescopique à billes qui répond parfaitement aux contraintes de l'industrie en générale et des contraintes des industries agro-alimentaire et automobile en particulier.

Ces glissières télescopiques à billes bénéficient d'une manipulation facile ainsi qu'une stabilité et une durabilité élevées.

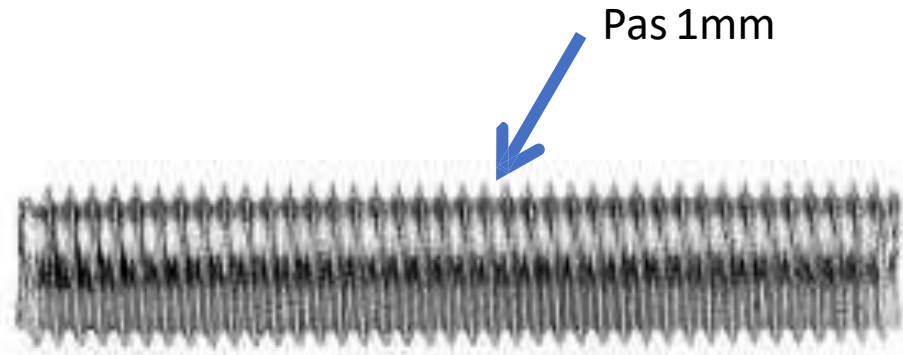
# Les matériel :



**Roulement d'alternateur**

En mécanique, un roulement est un dispositif destiné à guider un assemblage en rotation, c'est-à-dire à permettre à une pièce de tourner par rapport à une autre selon un axe de rotation défini.

Un roulement à billes se présente sous la forme de deux bagues coaxiales entre lesquelles sont placées des billes, légèrement lubrifiées, et maintenues espacées par une cage.



**Tige filetée**

Une tige filetée est en mécanique le composant mâle d'un système vis/écrou destiné à l'assemblage de pièces ou à la transformation de mouvement. Son complément, pièce femelle est l'écrou. Cette tige comporte un noyau de section circulaire, avec sur sa périphérie un filetage généré par le balayage d'une section le long d'une hélice. La tige peut être réalisée en métal dans la plupart des cas.

# Logiciel

## Catia V5

CATIA V5 est un logiciel de CAO 3D volumique et surfacique de nouvelle génération. Il fait appel à des opérations élémentaires paramétriques pour générer les différents objets géométriques, contrairement aux logiciels de la génération précédente qui fonctionnaient strictement à partir d'opérations booléennes

Réalisation d'une Pièce  
en 3 dimensions

- Dimensions



# Logiciel

## Arduino

Le logiciel Arduino est un [Environnement de Développement Intégré](#) (IDE) open source et gratuit, téléchargeable sur le [site officiel Arduino](#), les programmes sont écrits en langage C

Edition d'un programme,  
compiler ce programme,  
téléverser le programme  
dans la mémoire de  
l'Arduino



Programme

```
//=====
//===== Movement Settings =====
//=====
// @section motion

/**
 * Default Settings
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {3200, 3200, 4000, 500 }

/**
 * Default Max Feed Rate (mm/s)
 * Override with M203
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
#define DEFAULT_MAX_FEEDRATE { 300, 300, 5, 25 }

/**
 * Default Max Acceleration (change/s) change = mm/s
 * (Maximum start speed for accelerated moves)
 * Override with M201
 *
 * X, Y, Z, E0 [, E1[, E2[, E3[, E4]]]]
 */
```

```
//===== Endstop Settings =====  
//=====  
  
// @section homing  
  
// Specify here all the endstop connectors that are connected to any endstop or probe.  
// Almost all printers will be using one per axis. Probes will use one or more of the  
// extra connectors. Leave undefined any used for non-endstop and non-probe purposes.  
#define USE_XMIN_PLUG  
#define USE_YMIN_PLUG  
#define USE_ZMIN_PLUG  
//#define USE_XMAX_PLUG  
//#define USE_YMAX_PLUG  
//#define USE_ZMAX_PLUG  
  
// Enable pullup for all endstops to prevent a floating state  
#define ENDSTOPPULLUPS  
#if DISABLED(ENDSTOPPULLUPS)  
  // Disable ENDSTOPPULLUPS to set pullups individually  
  //#define ENDSTOPPULLUP_XMAX  
  //#define ENDSTOPPULLUP_YMAX  
  //#define ENDSTOPPULLUP_ZMAX  
  //#define ENDSTOPPULLUP_XMIN  
  //#define ENDSTOPPULLUP_YMIN  
  //#define ENDSTOPPULLUP_ZMIN  
  //#define ENDSTOPPULLUP_ZMIN_PROBE
```



# Logiciel

Il existe une multitude de logiciels pour imprimer en 3D, compatibles avec la majorité des imprimantes. Ces logiciels sont la majeure partie du temps en téléchargement libre et gratuit sur Internet. En voici quelques exemples dans ce didacticiel :

- [Cura](#)
- [Repetier](#)
- [Markerware](#)

## ❖ Répéter-host

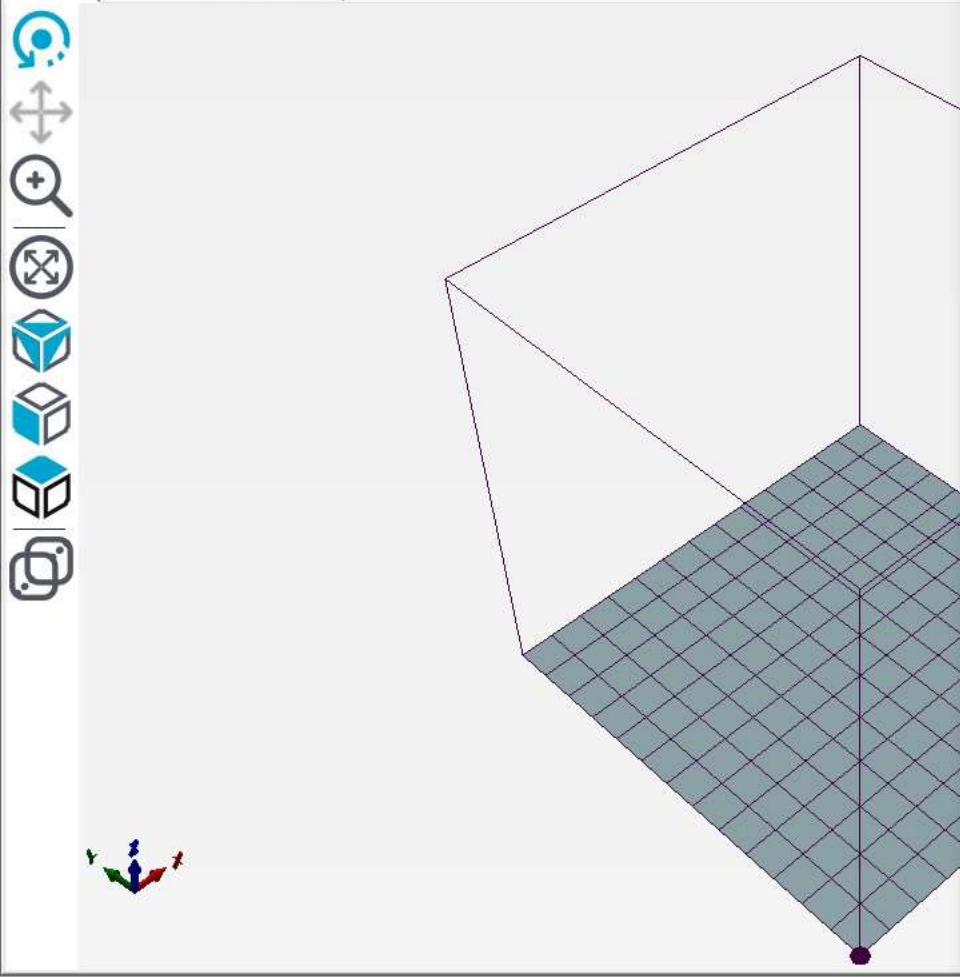
**Répéter-host** est un logiciel/interface simple qui facilite la connexion USB avec l'imprimante 3D, la visualisation de pièces en format .stl et leur laminage en .gcode, grâce aux laminoirs Slic3r. Ensuite pour l'impression.







Vue 3D Courbe de Température

Montrer logs: ☐ Commandes ☒ Infos ☒ Avertissements ☒ Erreurs ☐ Acquiescements

19:32:48.461 echo:Active Extruder: 0

Déconnecté: default

Extrud

## Paramètres imprimante

Imprimante: default

Connexion Imprimante Extrudeur Format imprimante Scripts Avancé

Nombre d'extrudeurs: 1

Nombre de ventil.: 1

Température Max. de l'Extrudeur: 250

Température Max. du Plateau: 0

Volume Max. par seconde 12 [mm³/s]

☐ L'imprimante a un Extrudeur Mixte (Une Buse pour plusieurs couleurs)

## Extrudeur 1

Nom:

Diamètre: 0.4 [mm] Décalage de la température: 0 [°C]

Couleur:

Décalage X: 0 Décalage Y: 0 [mm]

OK

Appliquer

Annuler

EASY



Mode Facile Arrêt d'Urgence

Contrôle Manuel Carte SD



Montrer logs: ☐ Commandes ☒

20:23:06.766 Le port 'C

Erreur de connexion:default

## Paramètres imprimante

Imprimante: default

Connexion Imprimante Extrudeur Format imprimante Scripts Avancé

Connecteur: Connection Série

Aide

Port: COM5

Vitesse: 250000

Protocole de Transfert: Autodetect

RTS Low to High

DTR Low to High

Default is Low to High for RTS and DTR. If that does not work try RTS High and DTR Low.

Reset en cas d'Urgence Envoyer Commande d'Urgence et Reconnecter

Cache de réception: 127

Erreur de Communication: 40 [s]

☐ Utilisez communication aller/retour (envoi après ok)

Les réglages d'imprimante correspondent toujours à l'imprimante sélectionnée ci-dessus. Ils sont stockés à chaque appui sur OK ou appliquer. Pour créer une nouvelle imprimante, entrez un nom et créer appliquer. L'imprimante démarre avec la dernière configuration sélectionnée

OK

Appliquer

Annuler



Réglages imprimante Mode Facile Arrêt d'Urgence

Placements d'objets Trancheur Pré visualiser impression Contrôle Manuel Carte SD

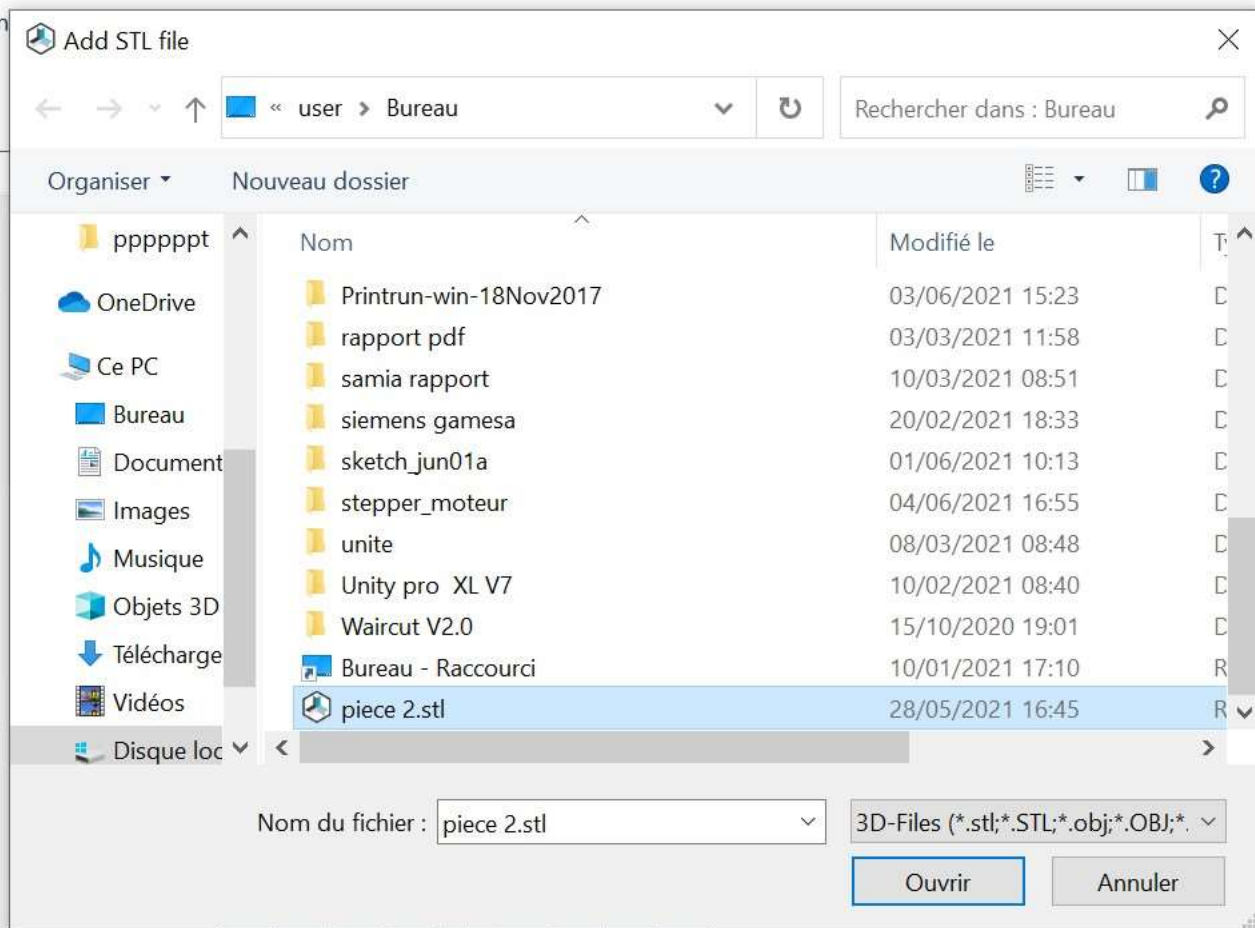
STAY IN TOUCH WITH YOUR  
3D PRINTERPush notifications on your tablet  
and/or smartphone

Scan QR To Download

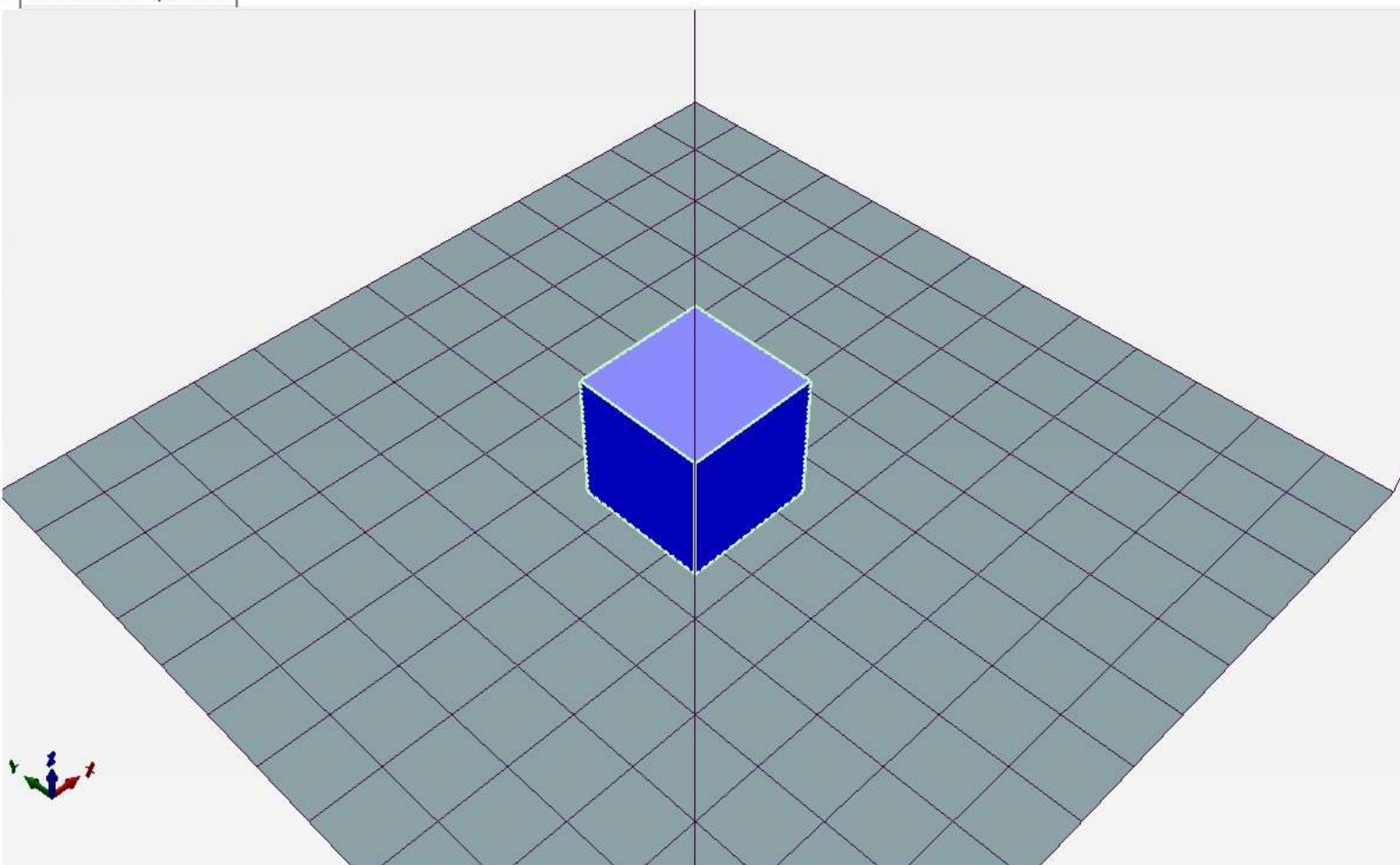
Repetier-Apps.com



Au repos







## Trancher avec CuraEngine

Trancheur: CuraEngine Manager

Configuration

### Réglages impression :

Configuration impression: Default

Adhesion Type: Aucun

Qualité: 0.2 mm

Support Type: Aucun

Vitesse:

Lente Rapide

Vitesse d'impression: 50 mm/s

Vitesse Périmètre extérieur: 45 mm/s

Vitesse Remplissage: 80 mm/s

Densité Remplissage:

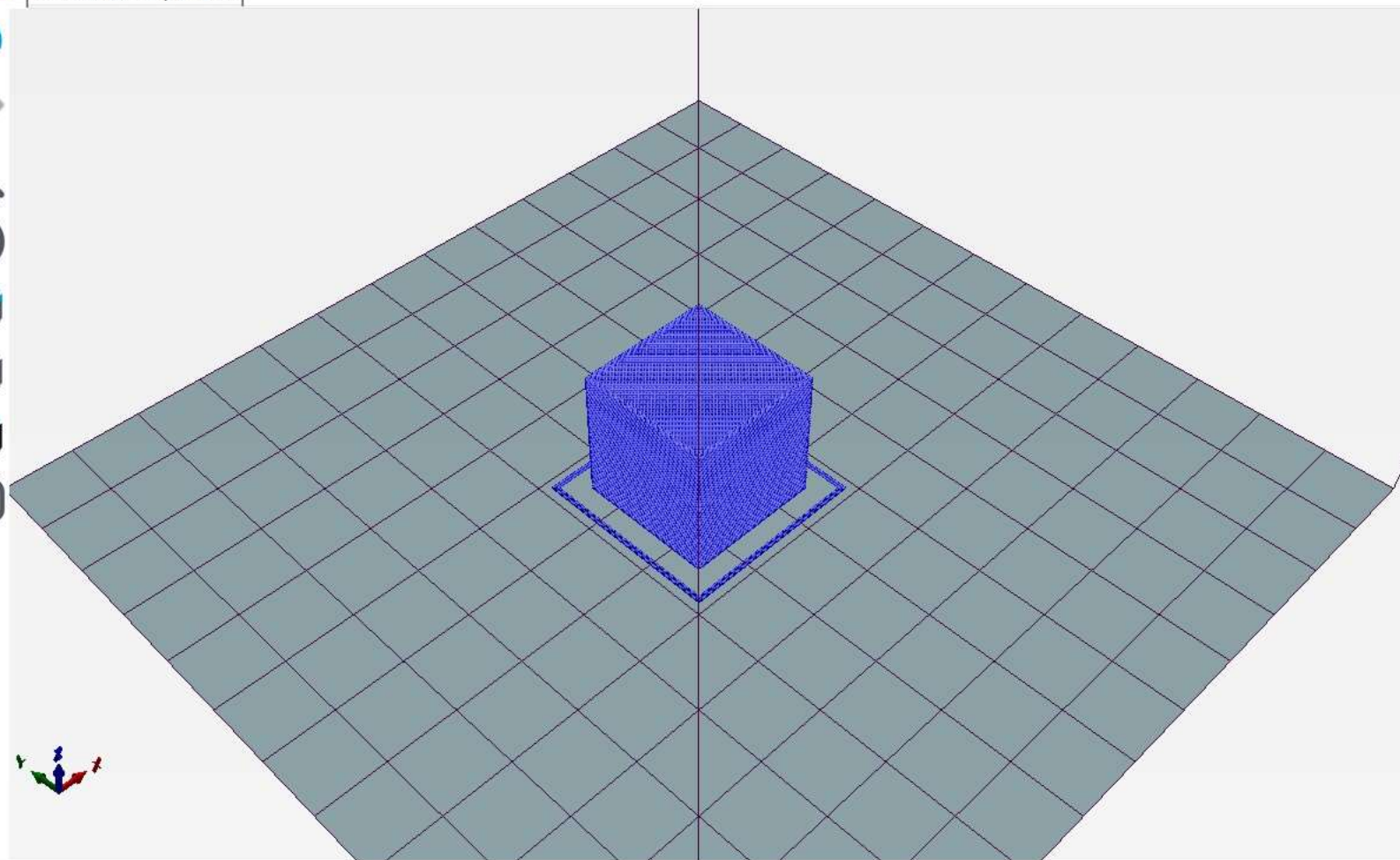
20%

☒ Activer le Refroidissement

### Réglages filament:



Vue 3D Courbe de Température



Réglages imprimante Mode Facile Arrêt d'Urgence



Placements d'objets Trancheur Pré visualiser impression Contrôle Manuel Carte SD

▶ Imprimer

✚ Editer G-Code

🔄 Sauvegarder

🔄 Sauvegarder sur Carte

Couleurs: ☒ Extrudeur ☐ Vitesse**Statistiques Imprimante**

Temps d'impression: 11m:40s  
Nombre de couches: 100  
Nbre total de lignes: 4582  
Filament nécessaire: 1242 mm  
Extrudeur 1 1242 mm

**Visualisation**

- ☐ Montrer les Mouvements de Déplacements  
☒ Montrer tout  
☐ Montrer une couche  
☐ Montrer les couches

Montrer logs: ☐ Commandes ☒ Infos ☒ Avertissements ☒ Erreurs ☐ Acquittements ☒ Défil. Auto Effacer Log Copier

20:25:53.194 &lt;CuraEngine&gt; Filament2: 0

Erreur de connexion:default

Au repos



## Paramètres CuraEngine

Fermer

Impression Filament

Default

Sauvegarder

Sauvegarder dans ...

Supprimer

Importer

Exporter

Vitesse et qualité Structures Extrusion G-Codes Avancé

## G-Code de Démarrage

G-Code de Fin

Avant changement d'extrudeur

Après changement d'extrudeur

Create Default

Possibilité d'ajout de valeurs dynamiques, seront remplacées durant le travail.

Températures:  
{TEMPO}, {TEMP1}  
{BED}

Vitesses:  
{Z\_TRAVEL\_SPEED}

```
; Default start code
G28 ; Home extruder
G1 Z0 F{Z_TRAVEL_SPEED}
M107 ; Turn off fan
G90 ; Absolute positioning
; Activate all used extruder
{IF_EXT0}M104 T0 S{250}
G92 E0 ; Reset extruder position
; Wait for all used extruders to reach temperature
{IF_EXT0}M109 T0 S{250}
```



EASY



Réglages imprimante Mode Facile Arrêt d'Urgence

Placements d'objets Trancheur Pré visualiser impression Editeur G-Code Contr

## Trancher avec CuraEngine

Trancheur: CuraEngine

Manager

Configuration

## Réglages impression :

Configuration impression: Default

Adhesion Type: Aucun

Qualité: 0.2 mm

Support Type: Aucun

Vitesse:

Lente

Rapide

Vitesse d'impression: 50 mm/s

Vitesse Périmètre extérieur: 45 mm/s

Vitesse Remplissage: 80 mm/s

Densité Remplissage:

20%

☒ Activer le Refroidissement

## Réglages filament:

## Partie programmation

## 1. Code G

G-code est un langage de programmation pour les machines CNC, les imprimantes 3D permet de contrôler les moteurs et leur vitesse ce qui indique comment la machine se déplacer.

G-code signifie "code géométrique", et suit certaines variations du modèle alphanumérique :

N: Numéro de ligne	Y: Position verticale	F: Avance	M: Fonctions diverses
G: Mouvement	Z: Profondeur	S: Vitesse de broche	I et J: Centre incrémental
X: Position horizontale	R: Rayon d'un arc	T: Sélection d'outil	d'un arc

Les codes alphanumériques sont utilisés pour la programmation, car ils constituent un moyen simple de :

1. Définir le mouvement et la fonction (G ##)
2. Déclarer une position (X ## Y ## Z ##)
3. Définir une valeur (F ## et / ou S ##)
4. Sélectionnez un élément (T ##)
5. Allumer et éteindre quelque chose (M ##), tel que le liquide de refroidissement, les broches, le mouvement d'indexation, les verrouillages d'axe, etc.



## Mouvement de la machine

Tout ce qu'une machine peut faire est basé sur trois types de mouvement de base :

Déplacement rapide

Déplacement d'alimentation

Mouvement circulaire

## Codes divers

La ligne d'un programme peut également inclure des codes M, qui sont généralement des codes qui indiquent à une machine comment exécuter une action.

- M00: arrêt du programme
- M01: Arrêt de programme optionnel
- M02: Fin du programme
- M03: Broche dans le sens des aiguilles d'une mont
- M04: Broche dans le sens antihoraire
- M05: Arrêt de la broche

# Logiciel

G00	Déplacement rapide
G01	Interpolation linéaire
G02	Interpolation circulaire (sens horaire, anti-trigo)
G03	Interpolation circulaire (sens anti-horaire, trigo)
G04	Arrêt programme et ouverture carter (pour nettoyer) (temporisation - suivi de l'argument F ou X en secondes)
G10/G11	Écriture de données / Effacement de données (suivi de l'argument L suivant le type de données à écrire)
G17	Sélection du plan X-Y
G18	Sélection du plan X-Z
G19	Sélection du plan Y-Z

```

1;Generated with Cura_SteamEngine 15.01
2; Default start code
3G28 ; Home extruder
4G1 Z0 F100
5M107 ; Turn off fan
6G90 ; Absolute positioning
7; Activate all used extruder
8M104 T0 S{250}
9G92 E0 ; Reset extruder position
10; Wait for all used extruders to reach tempe
11M109 T0 S{250}
12;Layer count: 25
13;LAYER:0
14M107
15G0 F192000 X26.800 Y26.800 Z0.300
16;TYPE:SKIRT
17G1 F1800 X73.200 Y26.800 E2.31491
18G1 X73.200 Y73.200 E4.62981
19G1 X26.800 Y73.200 E6.94472
20G1 X26.800 Y26.800 E9.25962
21G1 F2400 E5.25962
22G0 F192000 X30.600 Y30.600
23;TYPE:WALL-INNER
24G1 F2400 E9.25962
25G1 F1800 X69.400 Y30.600 E11.19536
26G1 X69.400 Y69.400 E13.13110
27G1 X30.600 Y69.400 E15.06684
28G1 X30.600 Y30.600 E17.00258
29G0 F192000 X30.200 Y30.200
30;TYPE:WALL-OUTER
31G1 F1800 X69.800 Y30.200 E18.97823
32G1 X69.800 Y69.800 E20.95389
33G1 X30.200 Y69.800 E22.92954
34G1 X30.200 Y30.200 E24.90519
35G0 F192000 X30.739 Y31.022
36;TYPE:SKIN
37G1 F1800 X68.976 Y69.258 E27.60298
38G0 F192000 X69.259 Y68.976
39G1 F1800 X31.022 Y30.740 E30.30077
40G0 F192000 X31.588 Y30.740
41G1 F1800 X69.259 Y68.411 E32.95866
42G0 F192000 X69.259 Y67.845
43G1 F1800 X32.154 Y30.740 E35.57662
44G0 F192000 X32.719 Y30.740
45G1 F1800 X69.259 Y67.279 E38.15468
46G0 F192000 X69.259 Y66.714
47G1 F1800 X33.285 Y30.740 E40.69284
48G0 F192000 X33.851 Y30.740
49G1 F1800 X69.259 Y66.148 E43.19107
50G0 F192000 X69.259 Y65.582
51G1 F1800 X34.417 Y30.740 E45.64936
52G0 F192000 X34.982 Y30.740
53G1 F1800 X69.259 Y65.017 E48.06779
54G0 F192000 X69.259 Y64.451
55G1 F1800 X35.548 Y30.740 E50.44628
56G0 F192000 X36.114 Y30.740
57G1 F1800 X69.259 Y63.885 E52.78484
58G0 F192000 X69.259 Y63.319
59G1 F1800 X36.679 Y30.740 E55.08350
60G0 F192000 X37.245 Y30.740
61G1 F1800 X69.259 Y62.754 E57.34226
62G0 F192000 X69.259 Y62.188
63G1 F1800 X37.811 Y30.740 E59.56108
64G0 F192000 X38.376 Y30.740
65G1 F1800 X69.259 Y61.622 E61.74001
66G0 F192000 X69.259 Y61.057
67G1 F1800 X38.942 Y30.740 E63.87904

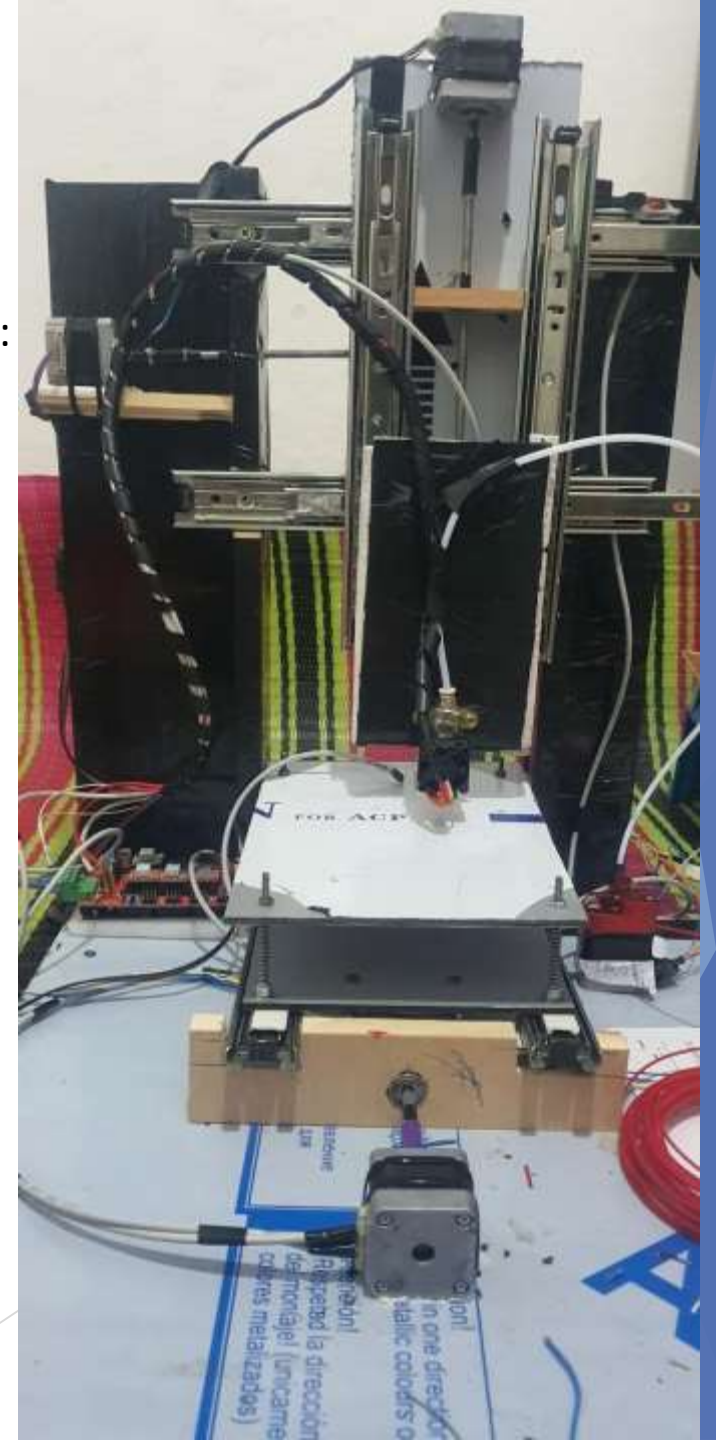
```

Principale tâche de réalisation de l'imprimant  
3D réaliser

# Réalisation

Pour réaliser une imprimant 3D vous avez besoins des plusieurs tache, parmi ces tache on a :

- Faire des calcules pour préparer le cadre (en bois ou bien on aluminium).
- Faire des calcules pour le Choisir les matérielles nécessaire et la quantité de chaque composent .
- Choix de la meilleur guidage en translation Glissière télescopique à billes
- et en rotation Roulement d'alternateur
- Monter les composent dans le cadre de l'imprimant
- Écrire le programme pour contrôler les moteur, fin de cours, Extrudeuse Chauffer..
- La synchronisation de pas de la vis avec le tours de moteur.
- Désiniser la pièce convenable dans un logiciel de conception assister par ordinateur et le enregistre en fichier STL.
- Convertie le fichier STL en code G pour l'envoyer a Arduino logiciel
- Démarrer la machine.

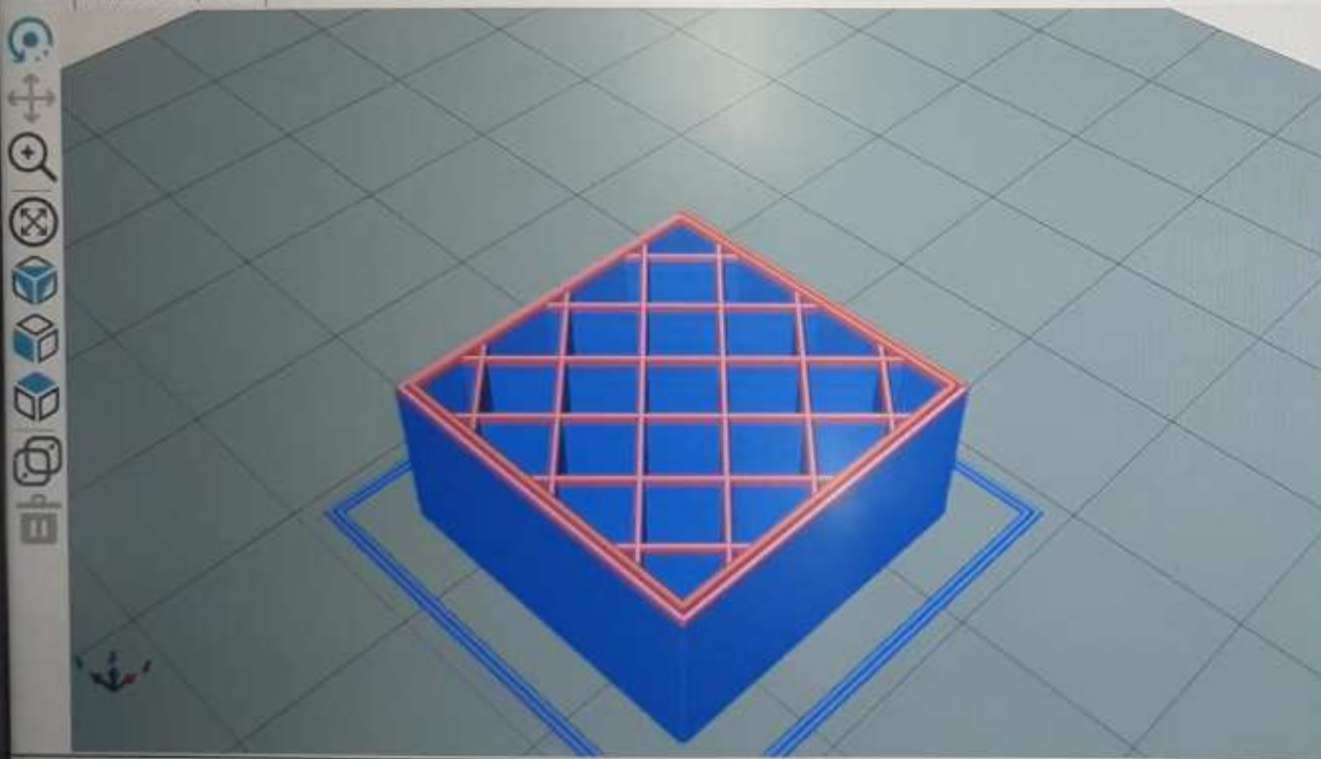


Repetier-Host V2.2.0 - piece 2

Fichier Vue Configuration Imprimante Outils Aide

Déconnecter Charger Pause Travail Stopper Travail Log

Vue 3D Courbe de Température



Réglages imprimante Mode Facile Arrêt d'Urgence

Placements d'objets Tranchour Pré visualiser impression Contrôle Manuel Carte SD

G-Code Envoyer

X: 74,80 Y: 74,80 Z: 10,10



Avance 100  
Ventilateur 50  
Température Plateau - 0,00°C 55  
Extrudeur 1 - 75,51°C 200

Montrer logs Commandes Infos Avertissements Erreurs Acquittements Détail Auto Effacer Log Copier

10:25:51.244 echo: cold extrusion prevented  
10:25:51.394 echo: cold extrusion prevented

Connecté: default

Extrudeur: 75.5/200°C Plateau: 0.0°C/Off

Impression... Fin: 5m,39s Couche 50/100

Taper ici pour rechercher

Lenovo

L470



