

Les machines du Fablab: inventaire et supports de formations

Liste du matériel et utilisation des machines

Site: [Moodle Efrei Paris](#)

Cours: Informations et vie du FabLab

Livre: Les machines du Fablab: inventaire et supports de formations

Imprimé par: Remi GRIOT

Date: lundi 16 novembre 2020, 16:13

Table des matières

- 1. Liste des équipements
- 2. La découpeuse laser
 - 2.1. Généralités
 - 2.2. La machine du Fablab
 - 2.3. Les logiciels
- 3. Les imprimantes 3D
 - 3.1. Généralités
 - 3.2. Computer Assisted Design (CAD) for 3D printing
 - 3.3. Paramètres du slicer
 - 3.4. Zortrax M200
 - 3.5. Raise3D N2

Equipements

Ils se répartissent en 3 catégories, correspondant aux 3 zones du Fablab.

- Zone impression 3D

Zortrax - M200 - (200 x 200 x 180 mm)

Raise3D - N2 - (305 x 305 x 305 mm)

- Zone mécanique

Découpeuse Laser GCC Spirit GLS (960 x 610 mm)

Perceuse à colonne (x2)

Meuleuse

Multi outils léger (Dremel like)

Outilage divers

- Zone élec

Oscilloscopes

Alimentations

Fer à souder

Multimètre

Arduino + divers actionneurs et capteurs

Inventaire détaillé

https://www.myefrei.fr/moodle/pluginfile.php/98246/mod_book/chapter/27/2020_08_inventaire.xlsx

La découpeuse laser est une machine à commande numérique permettant de découper des matériaux sur un plan. C'est une machine très présente dans les FabLab du fait de sa rapidité d'exécution, de sa précision et de sa relative facilité de prise en main. Les points négatifs sont que c'est une machine qui rejette des fumées issues de la sublimation des matériaux qu'elle traite, qu'elle est onéreuse et potentiellement dangereuse. Elle est donc à manipuler avec beaucoup de précautions.

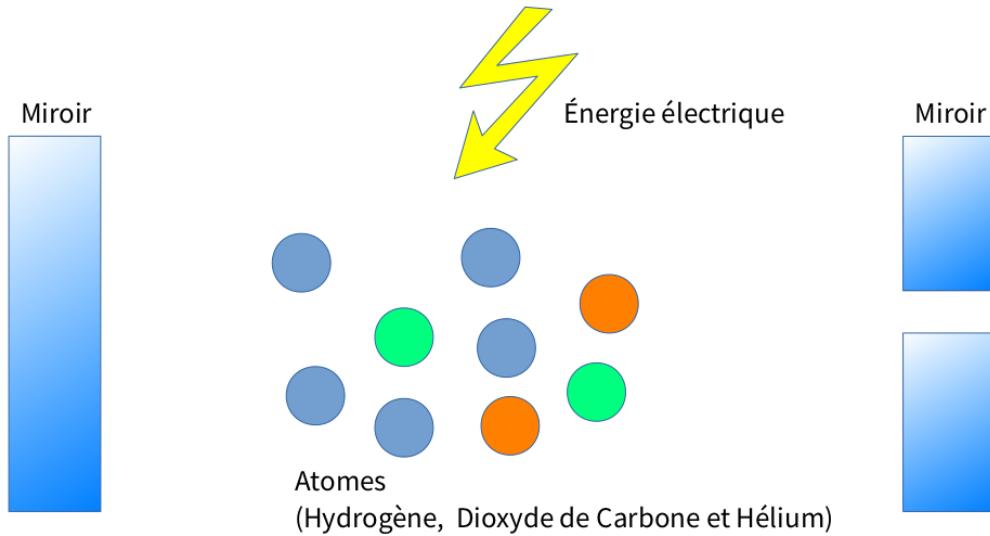
Définition de Laser

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

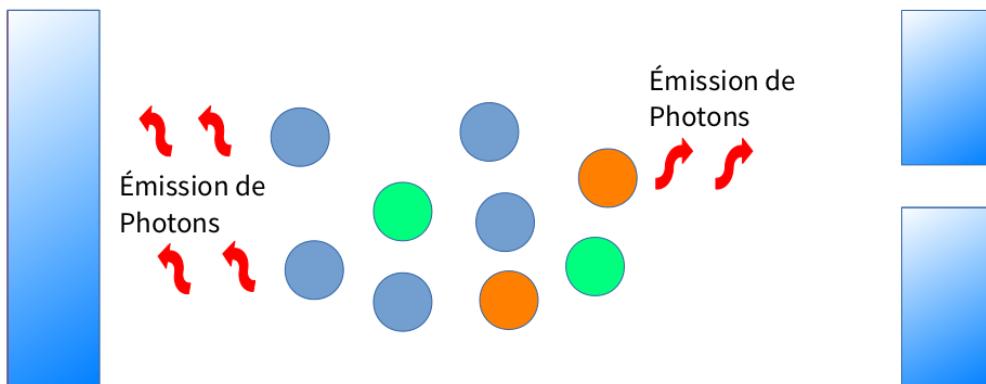
Le laser est une forme de lumière très ordonnée, les photons allant dans la même direction et avec la même longueur d'onde (infra rouge dans notre cas), permettant de "concentrer" l'énergie en un rayon.

Génération du Laser

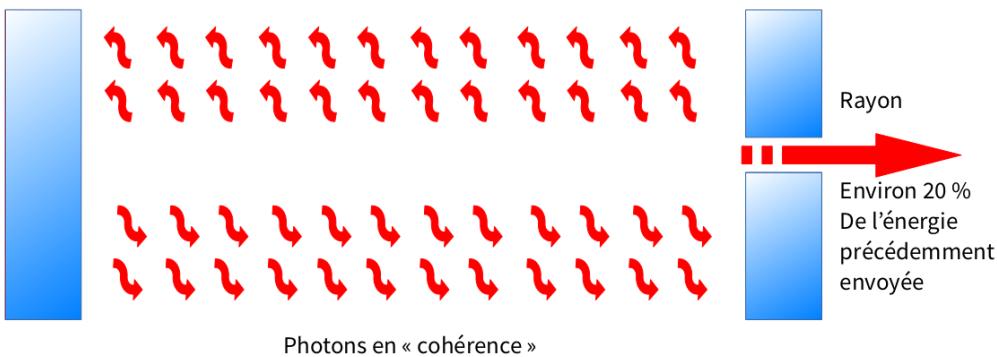
Le laser est généré dans un tube. Celui ci contient du gaz composé essentiellement d'atomes d'hydrogène, de dioxyde de carbone et d'hélium.



Ces atomes, soumis à un champ électrique vont émettre des photons dont la quantité va croître de façon exponentielle grâce aux miroirs placés aux deux extrémités du tube (light amplification).



Ces photons auront la particularité d'être en cohérence. Puis, après un certain temps, ces photons seront libérés sous la forme de rayon à une extrémité du tube.

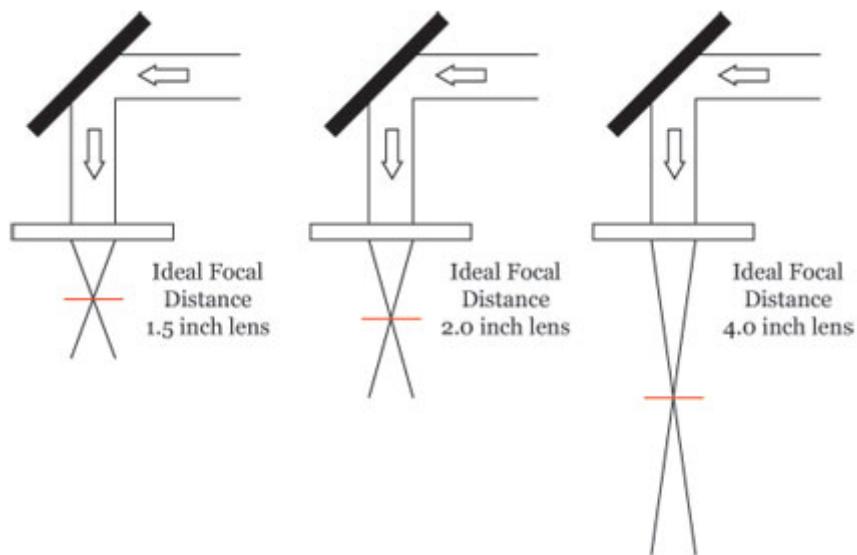


Principe de la découpe au Laser

La découpe et la gravure sont réalisées en sublimant la matière (passage de l'état solide à l'état gazeux). Le principe est d'envoyer suffisamment de puissance pendant suffisamment de temps afin d'atteindre la température de sublimation propre au matériel que l'on veut découper. Le rayon généré par le tube va être amené jusqu'au matériau par un jeu de miroir et focalisé par une lentille. La focalisation permet de concentrer la puissance du rayon, augmentant ainsi la puissance surfacique nécessaire à la découpe.

Focale

Plus la focale de la lentille est petite, plus le rayon est concentré, plus la puissance par unité de surface est grande. Par contre une focale petite nécessitera une mise au point plus précise. **Avant toute utilisation de la machine, il y a donc une étape de mise au point (focalisation) qui consiste à régler la distance entre le matériau et la lentille (sur l'axe Z).**

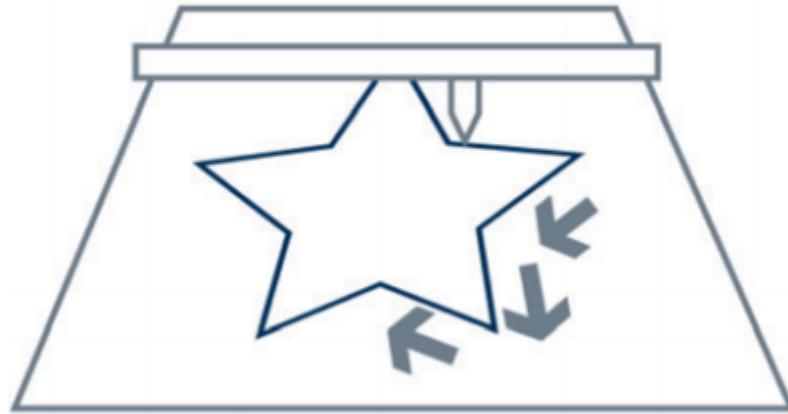


Process

Il existe 2 catégories de process, on parle de découpe ou de marquage si le laser suit un chemin. On parle de gravure quand le laser balaye une surface.

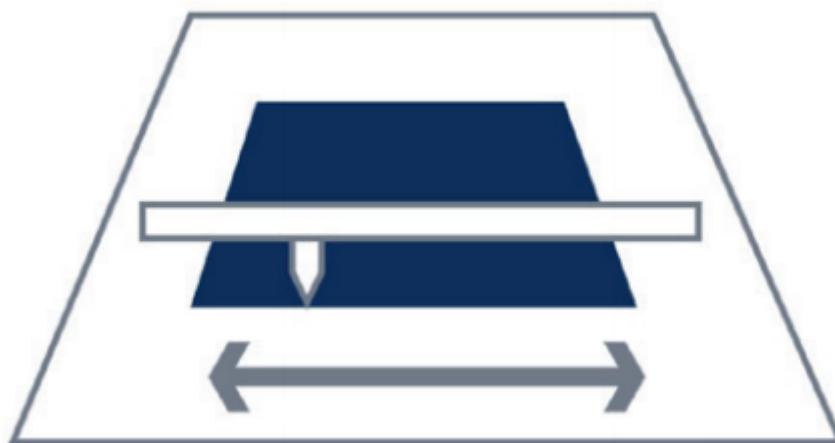
La découpe et le marquage

La tête du laser suit un chemin de découpe, engendrant des déplacements simultanés en X et Y. Un trait de coupe (kerf en anglais) a une épaisseur d'environ 0,1 mm. La découpe est traversante, le marquage ne l'est pas.



La gravure

La tête du laser balaye une surface. Les déplacements se font en X, puis en Y.



Exemples

FABL

GRAVURE

FABL

MARQUAGE

FABL

DECOUPE

Le Fablab est équipé du modèle GLS du constructeur Taiwanais GCC. Elle est équipé d'un laser pulsé de 40W de type CO2.



Workflow

La machine se pilote via le PC du Fablab. L'utilisateur importe ou saisie son design depuis le logiciel Corel Draw puis lance le "job" en imprimant, la machine étant vu comme une imprimante USB.

Le driver d'impression convertit alors le dessin sous forme de Gcode en terme de déplacement et de puissance de laser.

Voir la page concernant les logiciels si l'utilisateur veut utiliser des logiciels tiers.

Dimensions

Le plateau de la machine fait 960 mm * 600 mm. Il existe un mode traversant permettant de travailler sur des pièces excédant la taille du plateau

Trait de coupe (Kerf)

On considère par première approximation que le trait de coupe est de 0.1 mm. Ceci dit, il va varier selon la précision de la mise au point, du type de matériaux, de la puissance du laser...

Les matériaux

La liste ci dessous est une liste non exhaustive des matériaux compatible avec un laser CO2. En cas de doute sur l'utilisation d'un matériau, demander au FabManager.

Déjà utilisé au Fablab:

- **Bois:** Gravure et découpe (10 mm max). Les plus utilisés sont le contreplaqué et le MDF (bois aggloméré).
- **PMMA** (plastique acrylique): Gravure et découpe (10 mm max)
- **Verre:** Gravure seulement.

A tester:

- **Caoutchouc:** Gravure et découpe. Attention, ce matériau encrasse rapidement les filtres de la machine.
- **Plexyglass:** Gravure et découpe
- **Tissu:** Gravure et découpe
- **Cuir:** Gravure et découpe

- **Alu oxydé anodiquement:** Gravure
- **Carrelage:** Gravure

La découpe ou gravure sur du PVC est interdite car elle libère du gaz extrêmement nocif pour l'opérateur et pour la machine.

Les fibres de carbone sont également à proscrire.

La découpe de matériaux réfléchissant est également interdite.

On peut néanmoins travailler sur l'envers d'un miroir.

Réglage du couple vitesse-puissance

L'utilisateur sélectionne le type de matériau sur lequel il travaille dans les paramètres d'impression. Ces paramètres ont été préalablement testé et enregistré selon la logique suivante : L'énergie nécessaire pour réaliser la découpe/marquage ou la gravure se règle selon 2 facteurs, le temps et la puissance (Energie=Puissance * temps).

La puissance est exprimée en pourcentage de la puissance totale du tube et la vitesse en % de la vitesse max de la machine. Par exemple, pour découper une grande épaisseur de matière, il faudra avoir le maximum d'énergie. Les réglages sont donc une vitesse basse (on maximise alors le temps) et le maximum de puissance.

Sécurité

Avant toute opération, il est impératif de prévenir le FabManager ou une personne formée de votre intention d'utiliser la machine. Ils pourront ainsi vérifier que toutes les conditions sont réunies pour l'utiliser en sécurité.

Afin d'assurer la sécurité de l'utilisateur et des personnes alentours, le capot et les différentes trappes de la machine doivent être fermées avant la mise en route du laser et pendant toute l'opération.

Pendant l'opération, une fenêtre de contrôle permet de voir l'intérieur de la machine. La lumière résultant de la sublimation du matériau peut être intense, il ne faut pas la fixer. A noter que la fenêtre sur le capot est en verre. Elle吸ue la longueur d'onde du laser (invisible) mais pas la lumière issue de la sublimation (visible).

Attendre une trentaine de seconde entre la fin du process (signalé par un bip) et l'ouverture du capot, permettant l'évacuation des dernières fumées.

Il est obligatoire de rester à proximité de la machine pendant son usage et de surveiller le bon déroulement des opérations.

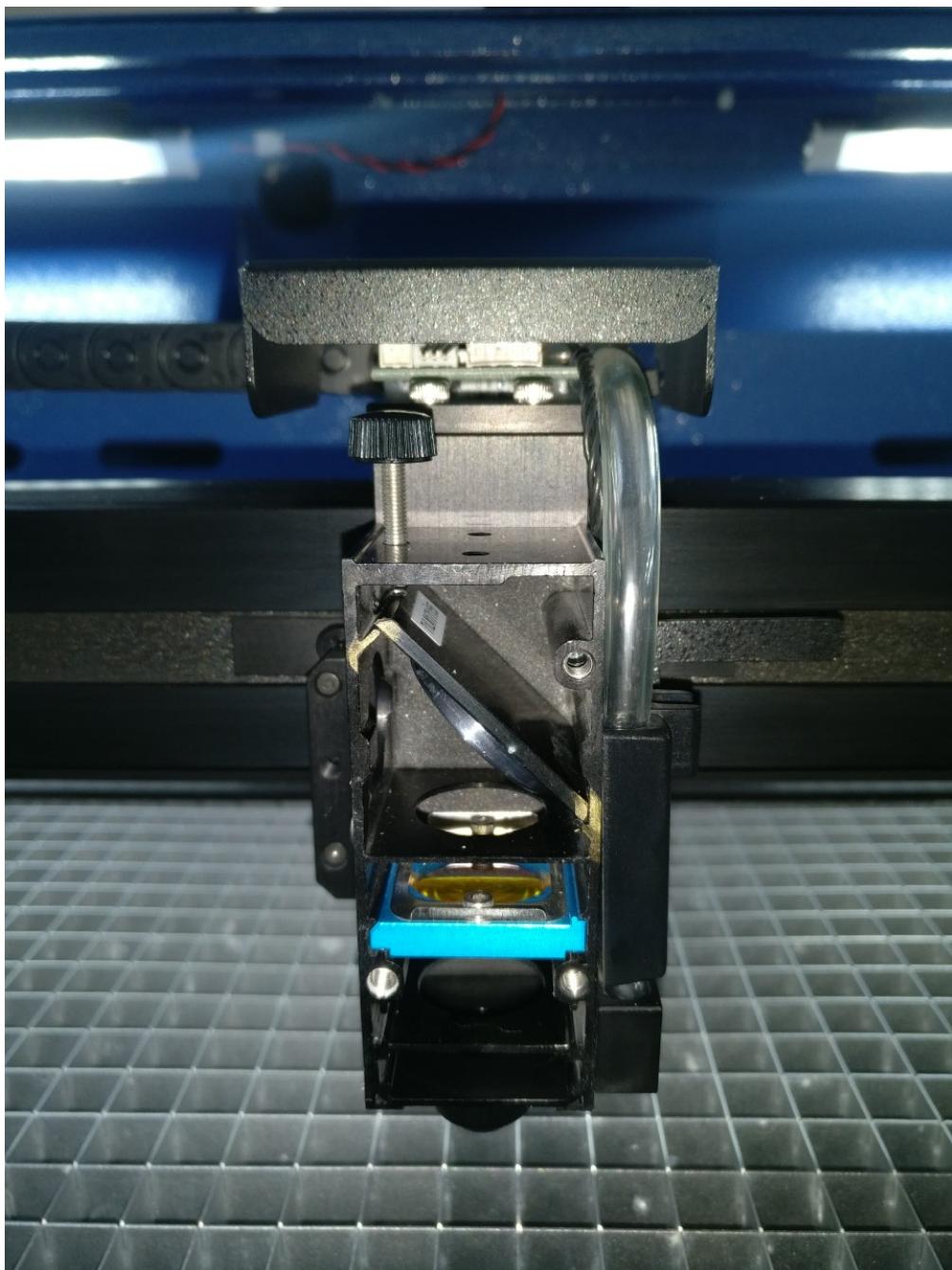
En cas d'incident, un bouton d'arrêt d'urgence est présent en façade de la machine et un extincteur CO2 se trouve à proximité de la machine

Maintenance

Miroirs et lentille

Les miroirs et lentilles doivent être nettoyées quotidiennement afin de ne laisser aucun résidu à leurs surfaces. En effet, ces résidu issu du travail de la machine, en plus de diminuer le rendement des miroirs et de la lentille, peuvent à terme les endommager.

Ci dessous un gros plan d'un miroir et de la lentille:



A l'intérieur du carénage

Des résidus se déposent également à l'intérieur du carénage. Il est nécessaire de les évacuer régulièrement (aspirateur). Ils peuvent en effet obstruer les grilles d'aspirations et augmentent le risque d'incendie dans la machine.

Dessin vectoriel

Les dessins exploitables par la machine sont de type vectoriel, suivre le lien pour une définition du [dessin vectoriel](#)

Du dessin vers la machine

La machine interprétera le design en fonction des couleurs et de l'épaisseur des traits.

Les 16 couleurs reconnues par la machine sont décrites plus bas.

La machine se basera donc sur ces couleurs et sur l'épaisseur des traits du dessin pour effectuer de la découpe, du marquage ou de la gravure.

A noter que la machine se pilote via un driver uniquement reconnu par le logiciel CorelDraw (installé sur le PC du Fablab)

| # | R | V | B | Energie |
|-----------|-----|-----|-----|----------------|
| 1 (Noir) | 0 | 0 | 0 | Gravure (max) |
| 2 (Rouge) | 255 | 0 | 0 | Découpe (max) |
| 3 | 0 | 255 | 0 | Marquage (max) |
| 4 | 255 | 255 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 255 | |
| 6 | 255 | 0 | 255 | |
| 7 | 0 | 255 | 255 | |
| 8 | 255 | 128 | 128 | |
| 9 | 128 | 255 | 128 | |
| 10 | 255 | 255 | 128 | |
| 11 | 128 | 128 | 255 | |
| 12 | 255 | 128 | 255 | |
| 13 | 128 | 255 | 255 | |
| 14 | 128 | 128 | 128 | |
| 15 | 0 | 128 | 128 | |
| 16 | 128 | 128 | 0 | Marquage (min) |

- **Découpe : Trait rouge avec une épaisseur de trait « ligne très fine »**
- **Marquage : Trait d'une couleur correspondant à la palette avec une épaisseur de trait « ligne très fine »**
- **Gravure : Tout ce qui ne respecte pas les conditions ci-dessus, c'est à dire tout ce qui est d'épaisseur autre que "ligne très fine" sous Corel, peu importe la couleur.** La puissance du laser sera dépendante du niveau de gris choisi. Il est donc conseillé de convertir les surfaces en niveaux de gris afin d'avoir un aperçu proche de ce que la machine interprétera.

Inkscape

Ce logiciel, open source et populaire, est une solution parmi d'autres pour saisir votre design.

[Inkscape](#) permet donc de saisir des dessins vectoriels qui seront exploitables par le driver pilotant la découpeuse. Des extensions très utiles sont également disponibles dans ce logiciel:

- le générateur de boite [TabbedBoxMaker](#)
- le générateur d'engrenages accessible sous Extension/Render/Gear.

Il faut compter quelques heures pour prendre en main inkscape, afin de bien comprendre les notions d'objets et de chemins inhérents à ce type de logiciel. Vous pouvez suivre des tutoriels en ligne avant de vous lancer dans votre premier design.

- Une fois le design exécuté sous Inkscape (.svg), générer une copie en format .pdf en [utilisant une résolution d'au moins 300 dpi](#)
- Importer ensuite la copie en .pdf dans Corel

La palette de la machine pour Inkscape est téléchargeable [ici](#).

Le fichier est à placer dans Inkscape\share\palettes

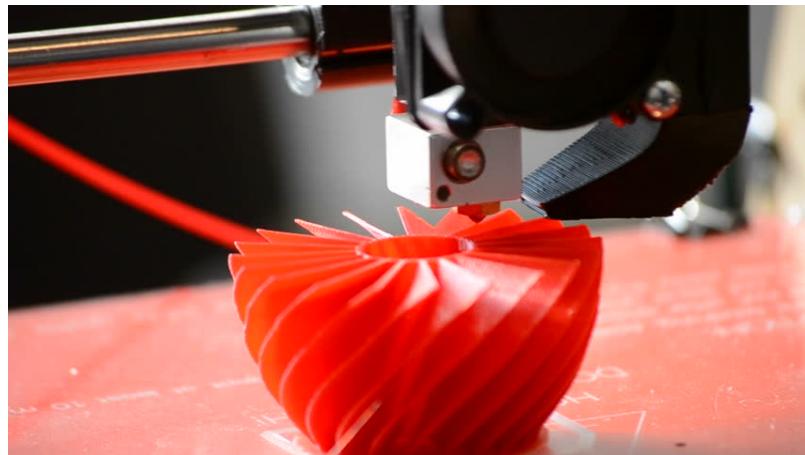
CorelDraw

On utilise CorelDraw pour piloter la découpeuse laser du Fablab.

Configuration

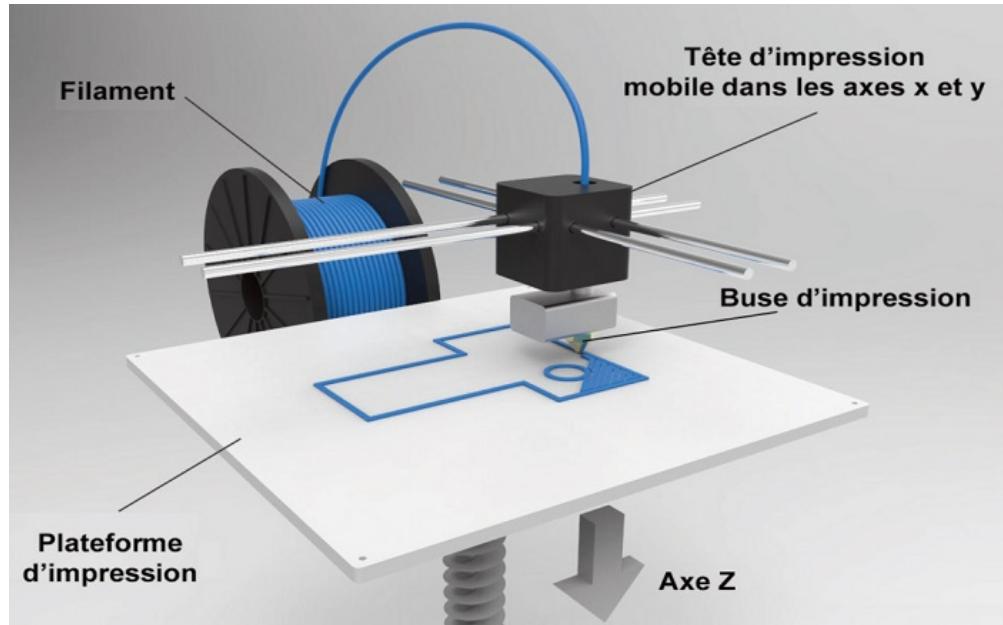
- Veiller à placer votre design en haut à gauche de la feuille. La superficie de la feuille représente la surface maximale de travail de la machine (960*600 mm)
- Cliquer ensuite sur imprimer
- Sélectionner Spirit GLS
- Aller dans propriétés de la machine, sélectionner le matériau que vous traitez
- OK puis imprimer

L' imprimante 3D est une machine à commande numérique permettant d'imprimer des objets en 3 dimensions. L' objet est réalisé par empilement de couches successives de matière (fabrication additive). C'est une machine très présente dans les Fablab, du fait de la finesse et de la complexité des objets qu'elle permet de réaliser, mais également de par sa facilité d'utilisation. Elle reste néanmoins fragile et demande des ajustements et des réglages réguliers. Le temps de prise en main des logiciels de design 3D est également non négligeable.



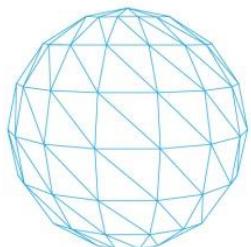
Principes

Les imprimantes 3D disponibles au Fablab sont de type FDM (Fuse Deposition Modeling). L'objet est réalisé par dépôt successif de matériaux préalablement fondu. La plupart du temps, la tête déposant la matière est donc mobile sur 2 axes (X, Y), et l'objet se construit sur un plateau mobile sur le 3eme axe (Z). Il s'agit souvent de matériaux de type plastique (cf. Matériaux). L'objet est donc composé au final de tranches successives de matières. Plus ces tranches seront fines, plus l'objet sera fidèle à son design initiale.

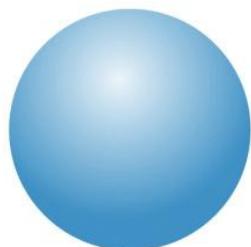


Workflow

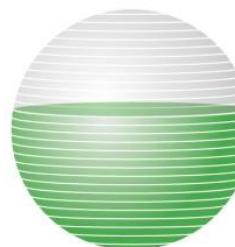
Maillage (format STL)



Processus de tranchage



Modèle CAO 3D



Fabrication par couches

Modèle CAO 3D

L'utilisateur conçoit un modèle via un logiciel de CAD 3D (Computer Assisted Design ou Conception Assisté par Ordinateur).

Plus de détails sont données au chapitre suivant sur cette étape.

Export en STL

Suite à la conception du modèle, il faut en général exporter le modèle au format STL.

Ce type de fichier décrit l'objet par sa surface externe composée de triangle. Cette surface est nécessairement fermée.

A l'export, les informations concernant la couleur ou la texture de cette surface (initialement présente dans le modèle CAO) sont perdues.

A noter que ce type de fichier est très utilisé dans les banques d'objet 3D. (thingiverse.com)

Tranchage

Le fichier STL est ensuite convertie sous forme de fichier binaire interprétable par l'imprimante 3D (GCode, très utilisé dans la commande de machine de fabrication numérique). Ce type de fichier binaire est obtenu grâce à un slicer, qui est entre autre responsable:

- du découpage du design en tranche
- de la vitesse découlement du matériaux
- de la température de l'extrudeur
- du remplissage de l'objet (pourcentage et pattern)
- de l'épaisseur de la couche externe.
- de la présence (ou pas) de support
- de la présence (ou pas) de raft

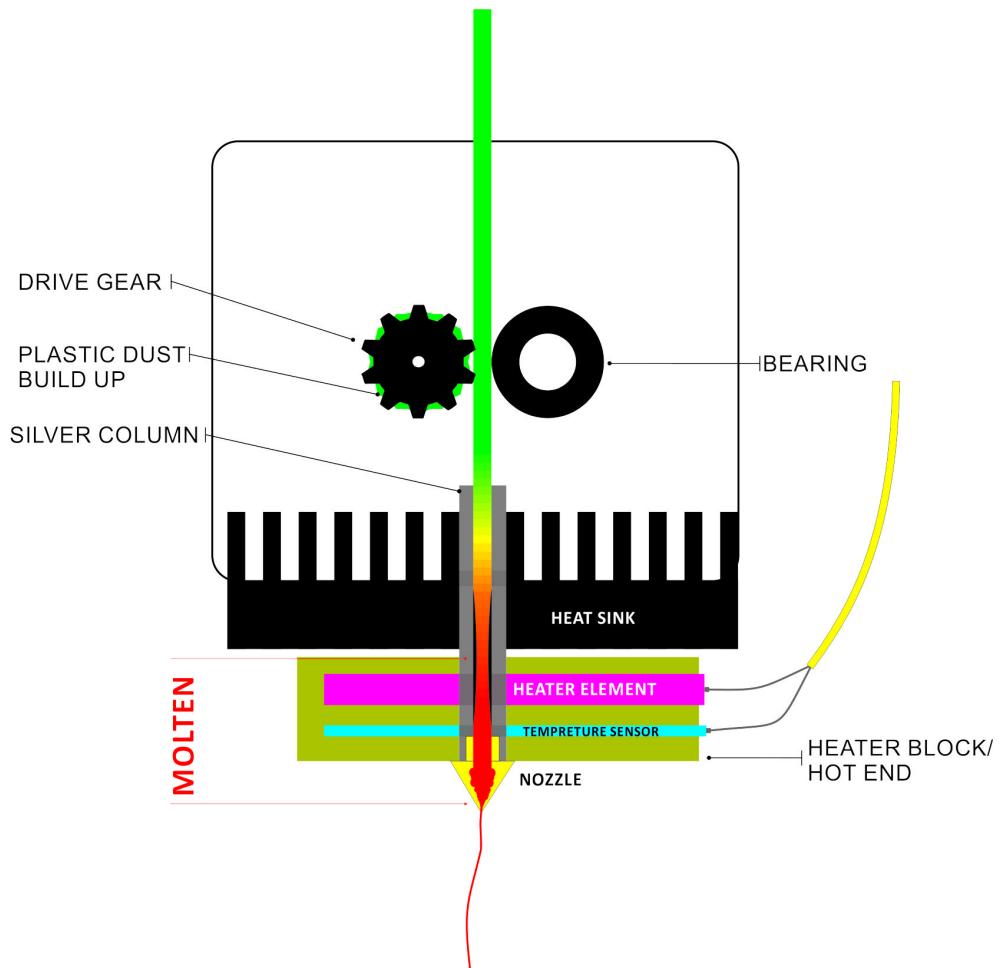
Le slicer est bien souvent livré avec la machine, mais il existe des slicer génériques, compatible avec la plupart des machines comme le Slicer Cura: <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software>

Fabrication

Le Gcode est ensuite transféré à la machine, qui va donc l'exécuter pour fabriquer l'objet, comme décrit au premier chapitre.

Éléments de la tête d'impression

La tête d'impression, ou extrudeur, se compose schématiquement d'un dispositif poussant le fil (1.75 mm de diamètre) vers une partie chauffant où il va atteindre sa température de fusion et être extrudé à un diamètre de 0.4 mm.



Un dissipateur placé entre la partie chauffante et le moteur permet de protéger ce dernier d'une température trop élevée.

La partie chauffante se compose et d'une résistance chauffante permettant d'atteindre la température de fusion du fil et d'une thermistance (capteur de température) permettant de régler finement cette température. Elles sont bien souvent sous forme de sonde. La buse (nozzle) permet la réduction du diamètre du fil lors de son dépôt sur l'objet.

Matériaux utilisés au FABLAB EFREI Paris

PLA

Polymère d'acide lactique. Matériaux biodégradable, pouvant être issue d'amidon de maïs. Fond à environ 190°. C'est certainement le matériau le plus utilisé car il y a assez peu de surprises dans le rendu final et le taux d'échec d'impression est relativement "bas". Il est également relativement bon marché. Le fait qu'il soit biodégradable le rend sensible à l'humidité.

Le PLA utilisé ici sont de marque ZORTRAX, RAISE3D, EASYGO, TIERTIME

PLA+

(Edité le 08/01/2020 par Laëtitia SONG)

Le PLA+ se présente exactement comme le PLA classique. Il est assez tonique au niveau de son fil. Il est impératif de le ranger attaché afin que le filament ne se déroule pas sous l'effet de cette tonicité. Il a l'avantage d'être également mieux adhérent que le PLA classique, je ne le recommande cependant pas pour les pièces qui ont vocation à être "jolies" mais plutôt pour des pièces techniques.

Il a un aspect mate et s'assombrit après impression

Le fait qu'il adhère bien le rend difficile à décoller de son support et le retrait de ce dernier laisse des traces qui pourraient s'apparenter à une mauvaise finition. Le support est plus difficile à retirer car il n'est pas très cassant, il faut davantage le déchirer (attention porter des gants est parfois plus prudent notamment parce que nous avons tendance à tirer fort avec la pince un faux mouvement est vite arrivé)

Les plus:

- + les filaments tiennent très bien entre eux
- + résiste assez bien à l'humidité par rapport au PLA classique
- + les bobines ESUN sont démontables, cela rend l'utilisation de certains "supports de bobines" plus simple, de même que cela permet de facilement peser le filament restant (juste deux vis à retirer)
- + moins cassant que le PLA classique, se déchire et se coupe plus qu'il ne se casse

les moins:

- bobine un peu plus chère
- ESUN fait des bobines qui sont assez mal enroulées même si je n'ai jamais eu de problème à l'usage
- traces de retrait de support
- support plus difficile à retirer

Note:

Pour un résultat optimal 220°C pour la buse 60°C pour le plateau

Conclusion: Le rendu final au niveau du retrait du support m'a un peu déçu même si cela "donne un style" mais la résistance à la casse est plutôt appréciable. J'ai eu comme retour qu'il était possible de faire des supports pour des objets lourds sans que cela ne casse ou que les filaments ne cèdent peu importe le sens de tension.

ABS

Polymère thermoplastique. Non biodégradable. Fond à 250° environ. A une résistance mécanique plus élevé que le PLA et est non sensible à l'humidité. Il est par contre plus cher et plus difficile à utiliser, le taux d'échec d'impression est plus élevé qu'avec PLA (décollement, wrapping).

Autres

<https://www.makershop.fr/content/43-guide-achat-filament-resine-impression-3d>

Aller plus loin

Les imprimantes 3D disponibles au FabLab sont à enceinte chauffée ce qui permet de garder le plastique à une bonne température lors de la fabrication, les refroidissements trop rapides pouvant engendrer des déformations (wrapping). Il est donc recommandé de garder l'enceinte close (portes et trappes fermées).

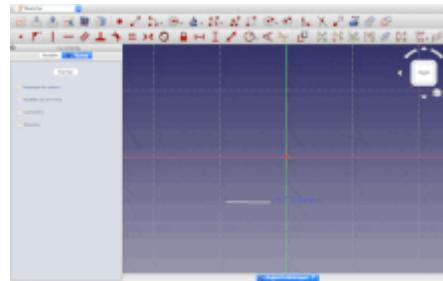
Voilà un site qui vous permettra de découvrir le jargon technique: <https://www.lesimprimantes3d.fr/impression-3d-pour-les-nuls>

Il existe de nombreux logiciels de design 3D, mais on peut distinguer 2 grandes familles. A noter qu'il existe aussi des logiciels "hybride" mêlant les 2 concepts.

Les logiciels paramétriques

Ces logiciels permettent de spécifier des relations de géométrie entre les lignes, les surfaces ou les volumes du design. Ces relations sont comparables à des fonctions. L'utilisateur doit donc rentrer les paramètres de ces fonctions afin d'obtenir le résultat escompté (cotation, angle, rotation, duplication...).

Ce type de logiciel permet d'assurer la maintenabilité et l'évolution du design car l'objet est décrit de façon "mathématique". Ils demandent à l'utilisateur d'être rigoureux et conscient des propriétés de son modèle. Ce type de logiciel est recommandé pour du design de pièce manufacturée ou technique. Le temps de prise en main peut être assez long.

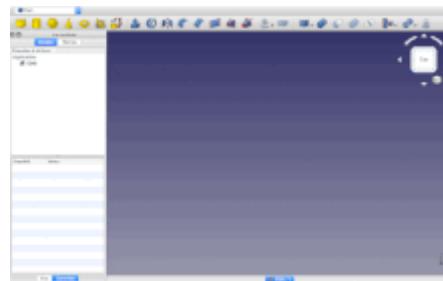


[Solidworks](#) Un des logiciels les plus utilisés dans l'industrie, il est disponible au Fablab.

[Onshape](#) CAD en ligne

Les logiciels de modélisation volumique

Ces logiciels ont une prise en main plus rapide, car ils sont relativement intuitif. L'utilisateur manipule des primitives simples (cubes, sphères, cylindres...) qui, après des opérations booléennes (union, intersection, soustraction), formeront des solides plus complexes.



[Tinkercad](#), CAD gratuit et en ligne, est un très bon outil pour commencer rapidement à concevoir des objets en 3D.

Les règles de conceptions inhérentes à l'impression 3D

L' impression par dépôt de filament implique quelques limites concernant votre objet. Afin de faciliter le travail du slicer, il est important d'avoir en tête ses limites.

La principale est du au fait que les couches de matières étant déposées les unes sur les autres, les parties de votre objet présentant un devers ou un portant vont nécessiter un support, qui sera généré par votre slicer.

Le support est donc du plastique n'appartenant pas à votre objet, mais ajouté par le slicer pour supporter certaines parties de votre objet.

Moins vous avez de support, mieux c'est!

Règles générales

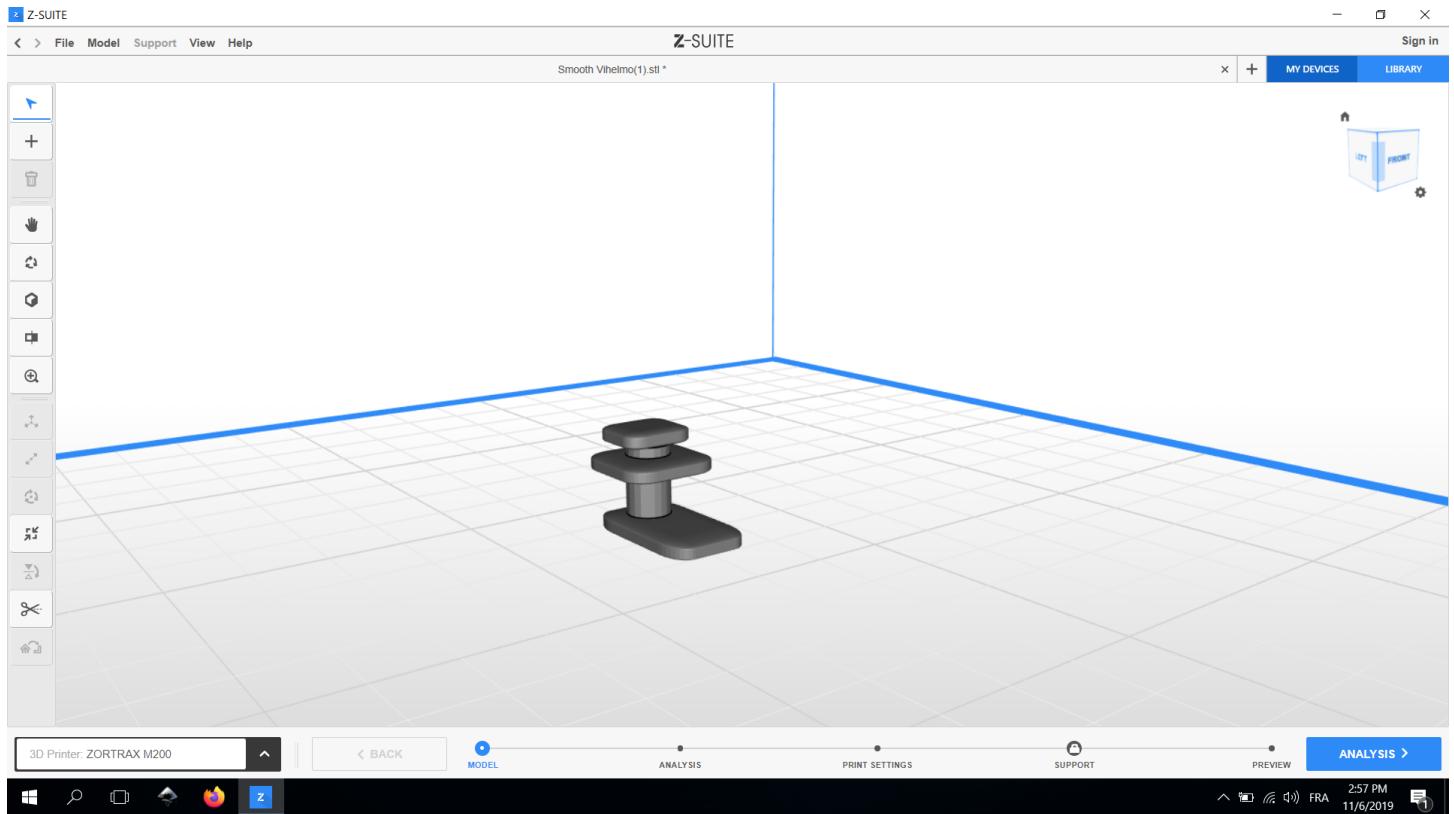
Le [document](#) ci joint résume les dimensions et angles à respecter selon différentes technologies. Au Fablab EFREI Paris, nous utilisons seulement la technologie FDM.

Les paramètres listés ci dessous sont les paramètres sur lesquels l'utilisateur a en général une influence. Un mauvais paramétrage, surtout lorsque l'on utilise des matériaux différents de ceux recommandés par le fabricant de la machine, risque de compromettre la réussite de votre impression.

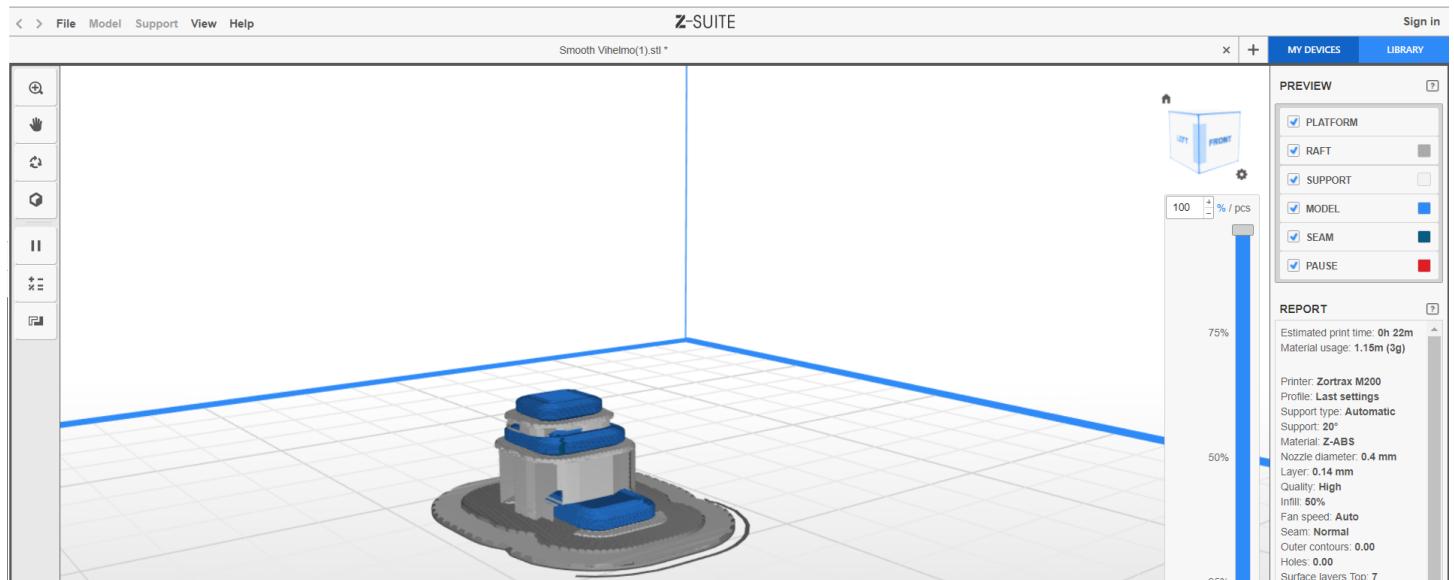
Orientation de la pièce

Afin de limiter la présence de support, il faut réfléchir à l'orientation de votre pièce lors de son impression. Dans l'exemple ci dessous, une rotation de 90° en Y permet de limiter l'ajout de support.

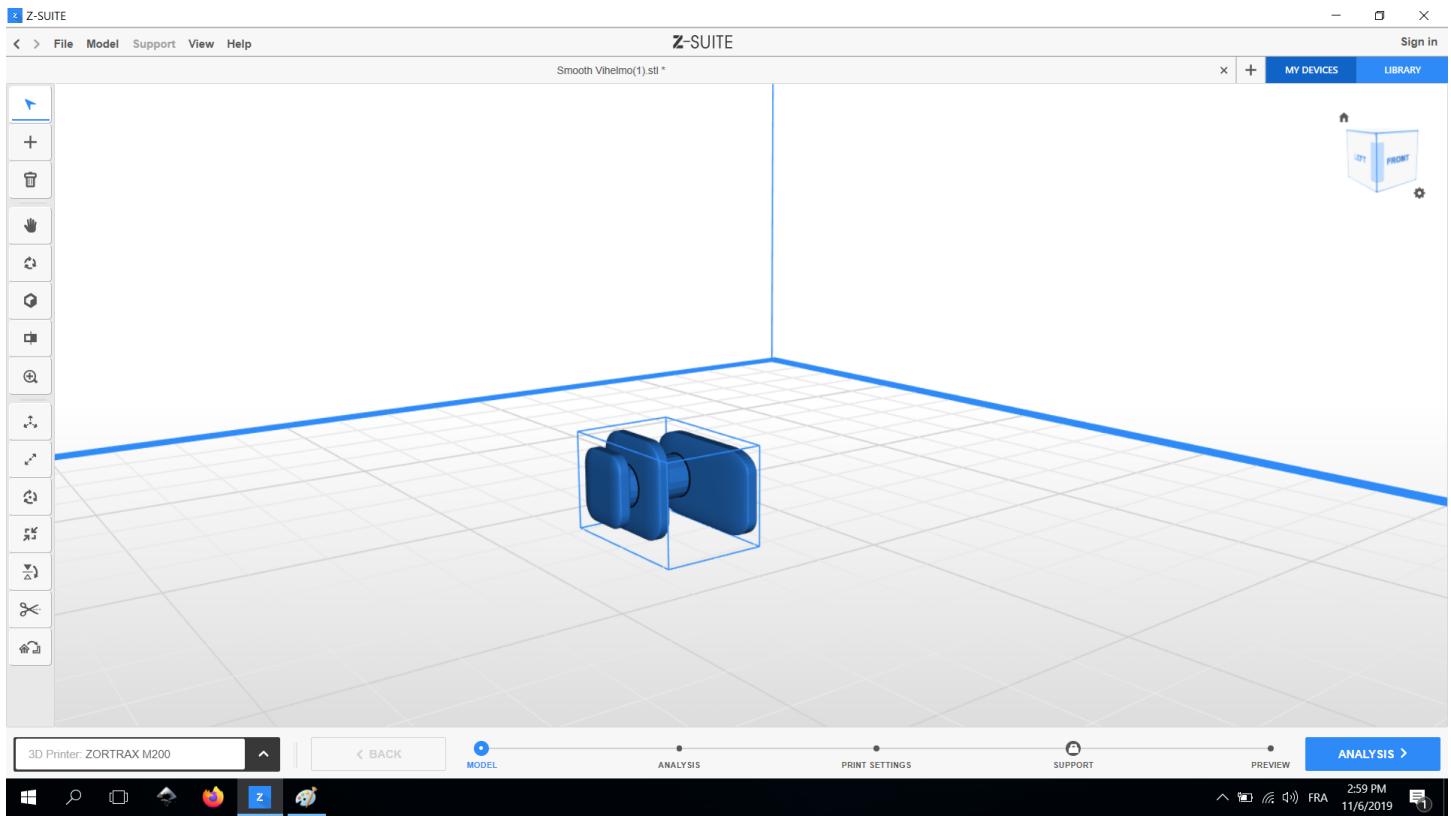
- Pièce originale sans support



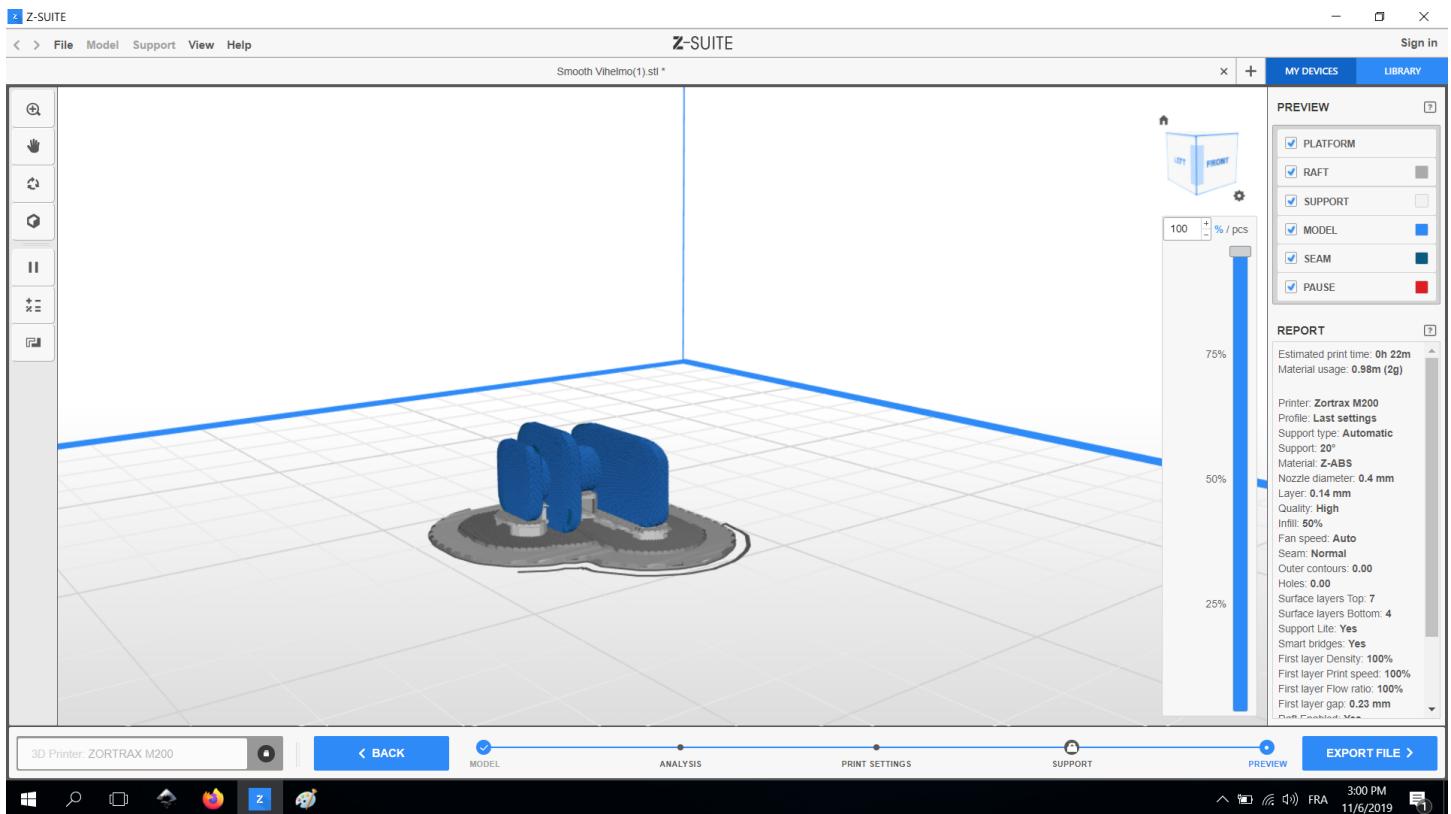
- Pièce avec support



- Pièce après une rotation de 90° en Y



- Pièce après une rotation de 90° en Y + support



Température

Température extrudeur

Celle ci varie selon le type de matériau utilisé. La température recommandée est en général inscrite sur la bobine.

Une température trop basse pourrait amener la buse à se boucher et donc à un échec de l'impression.

Une température trop haute pourrait donner un aspect "coulant" aux couches de votre objet.

Température plateau

Un plateau chauffé permet une meilleur adhérence de la pièce sur celui ci. Une pièce qui se décroche en cours d'impression ménera à l'échec de cette impression.

50°C est un bon point de départ.

Hauteur de couche

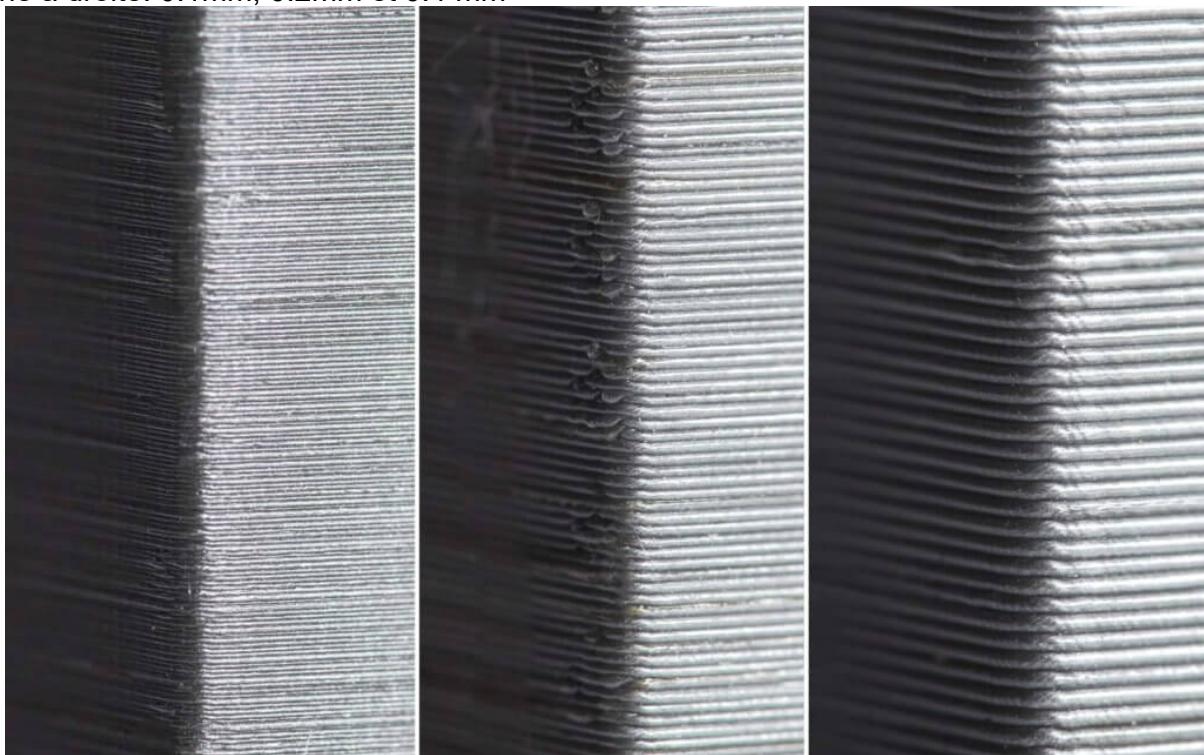
Plus les couches seront fines, plus l'objet sera fidèle au modèle.

Par contre, le temps d'impression s'en trouve rallongé.

Il est intéressant de voir sur la photo ci dessous que les couches les plus fine donneront certes plus de détails, mais présenteront également plus d'irrégularité.

Pour une buse de 0.4 mm, 0.3 mm donne de bon résultat.

De gauche à droite: 0.1mm, 0.2mm et 0.4 mm



Vitesse d'impression

Elle se mesure en mm/s, et est en moyenne de 50 mm/s. La vitesse est à corrélé à la température d'extrusion.

La limitation vient surtout du temps du filament à se solidifier.

Remplissage

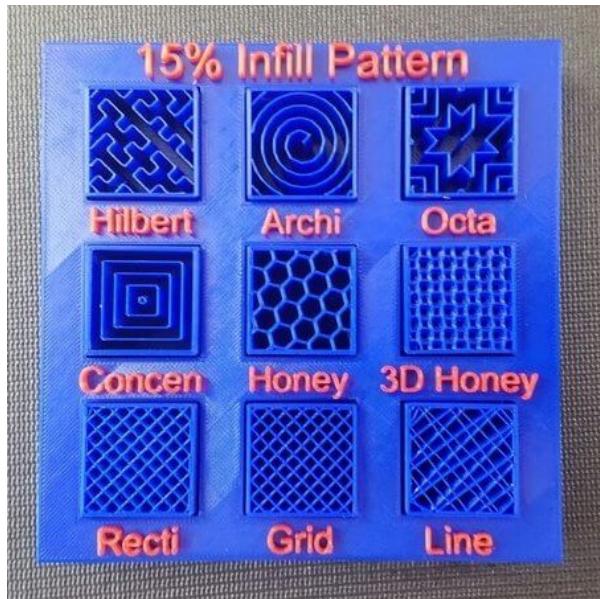
Densité

Le remplissage d'une pièce se choisit selon la solidité que l'on souhaite. La contre partie est le temps d'impression.

10%-15% est un bon point de départ. Sauf exception, il n'est en général pas nécessaire de dépasser 30%.

Pattern

Le pattern de remplissage a également une influence sur la solidité et le temps d'impression. Même si le pattern en nid d'abeille donne le plus de solidité, il sera plus rapide d'utiliser un pattern rectiligne.



Support

Les supports sont générés de façon automatique par le slicer, il est vivement recommandé de les laisser.

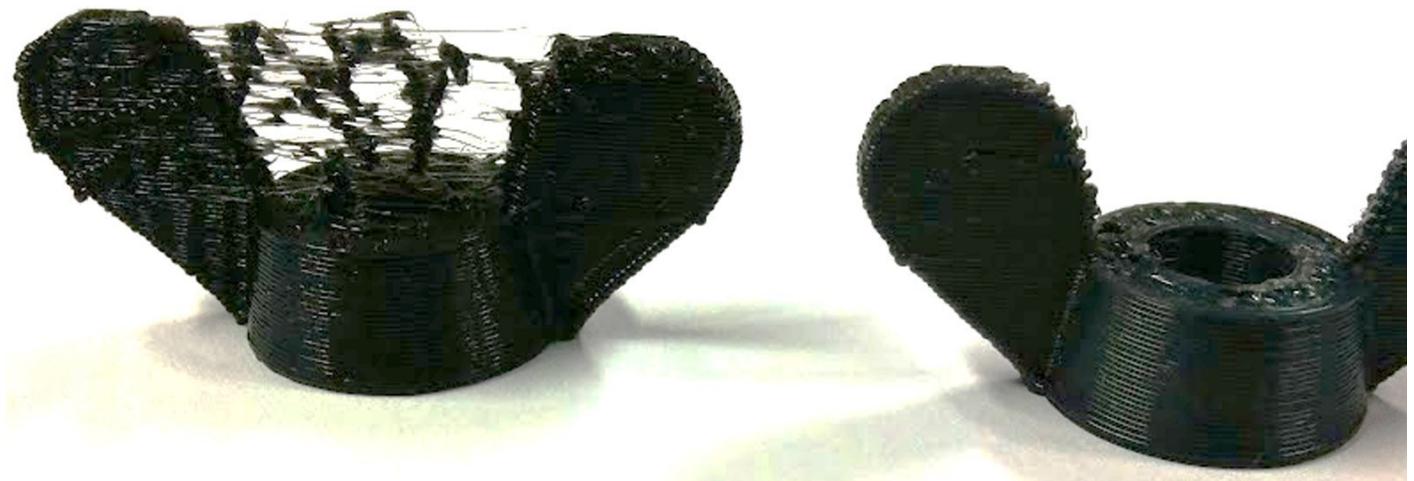
Radeau (Raft)

Comme le plateau chauffant, le raft vous permet d'augmenter l'adhérence de votre pièce au plateau. Il est généré de façon automatique par le slicer, il est vivement recommandé de le laisser.

Rétractation

Le moteur pas à pas peut rétracter le fil lorsque la tête d'impression passe d'un endroit à l'autre de l'objet surplombant un vide. Cela permet d'éviter ce que l'on observe à gauche de la photo ci dessous.

Ceci dit, certains filament (de basse qualité en général) s'use prématurément au niveau du moteur pas à pas si il y a beaucoup de rétraction. Le filament aura tendance à se creuser empêchant donc d'être entraîné, voir se rompre.



Logiciel

Slicer Z-Suite: <https://support.zortrax.com/downloads/>

Paramètres basiques d'impression

Les paramètres d'impression changent selon la nature du filament monté sur la machine. La première chose à faire est donc de vérifier la nature du filament (marque, matériaux) et d'utiliser les paramètres ci dessous en fonction.

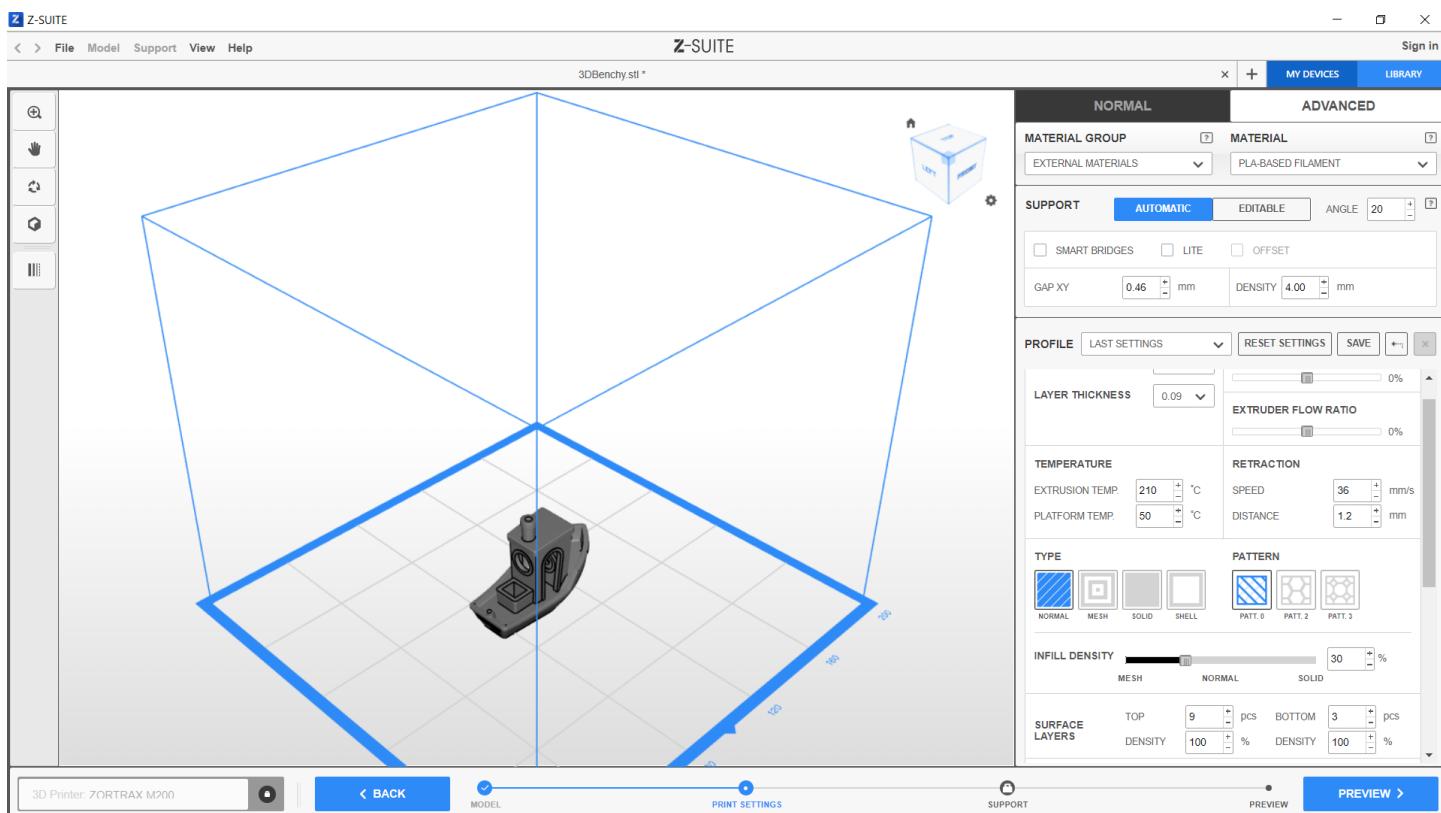
Les paramètres présentés ci dessous ont été testé avec succès.

PLA BQ

Dans Material Group, selectionner External Material

Température d'extrusion (Extrusion Temp): 210°C

Température plateau (Plateform Temp): 50°C



Maintenance

Manuel d'utilisation:

https://www.myefrei.fr/moodle/pluginfile.php/98246/mod_book/chapter/45/zortraxm200.pdf



Logiciel

Slicer Idea Maker: <https://www.raise3d.com/pages/download>

Maintenance

Fichier STL de l'outil pour changer la buse

Guide:

