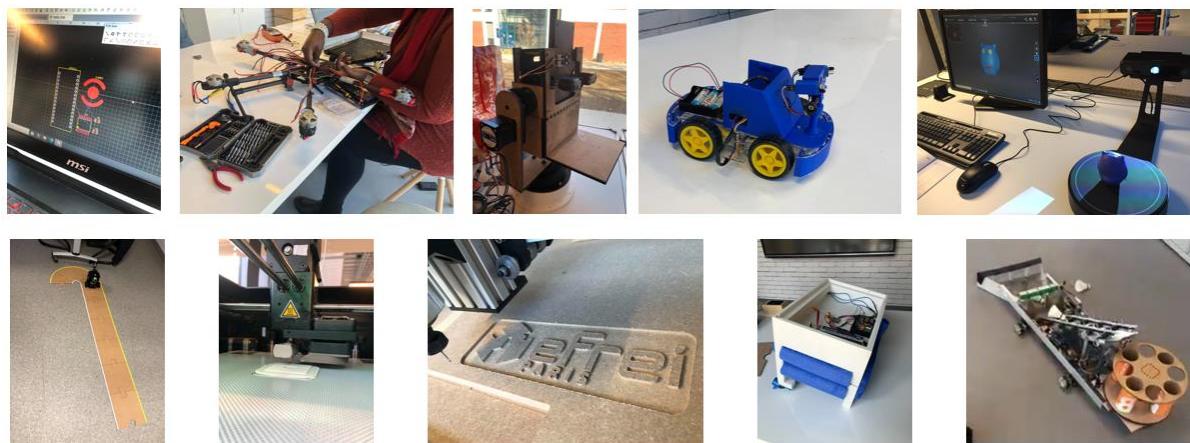


# Innovation Lab EFREI Paris

## Livret étudiant encadrant

---





## Préambule

Ce règlement complète le Règlement intérieur du Campus en ce sens qu'il précise les modalités de fonctionnement propre à l'Innovation Lab. Il entre en vigueur à compter de l'ouverture au public de l'Innovation Lab.

## Article 1-Définitions

- « **Innovation Lab Manager** » : Responsable de l'Innovation Lab
- « **Utilisateur(s)** » : élèves EFREI Paris à jour de leurs inscriptions, et toute personne autorisée à entrer sur le Campus 30-32 avenue de la République, à Villejuif
- « **Utilisateurs Extérieurs** »: Alumnis, écoles, entreprises partenaires, ou toute personne autorisée par l'**InnovationLab Manager**
- « **Formation(s)** » : il s'agit de formations donnée par l'Innovation Lab Manager ou par le(s) Encadrant(s) sur les conditions d'utilisation du Matériel et des Outils de l'InnovationLab d'EFREI Paris
- « **Encadrants** » : étudiants ou salariés qui travaillent en collaboration avec l'Innovation Lab Manager, accueillent les Utilisateurs, dispensent les Formations aux Utilisateurs, participent à la maintenance des machines. Les Encadrants peuvent être présents en l'absence de l'Innovation Lab Manager. Les Encadrants sont mandatés par l'Innovation Lab Manager pour encadrer et former les Utilisateurs.
- « **Open badge** » : badge virtuel attestant de la reconnaissance d'un certain niveau de compétence obtenu à la suite de la Formation
- « **Machine(s)** » : imprimantes 3D, scanner 3D, découpeuse laser, fraiseuse numérique,
- « **Matériel de réalité virtuelle** » : casques, capteurs, écrans etc.
- « **Outils** » : outils électroportatifs (fer à souder, perceuses, etc) et d'une manière générale, tous les autres outils portatifs.
- « **Documentation** » : tous les documents pouvant être associé à un projet (codes sources, plans, fichiers exécutables exploitables par la Machine, ...)

## Article 2 – Accessibilité de l'InnovationLab

L'accès à l'Innovation Lab est strictement réservé aux Utilisateurs, Encadrants et à l'Innovation Lab Manager.

Il est interdit d'introduire toute personne étrangère à Efrei Paris sauf dérogation expresse de l'Innovation Lab Manager.

En dehors des conditions prévues à l'article 3, aucun Utilisateur ne peut accéder à l'Innovation Lab. Des restrictions supplémentaires d'accès peuvent être mises en place pour des raisons sanitaires ou de sécurité.

## Article 3-Horaires d'ouverture

L'espace « Réalité virtuelle » et l'espace « Digital manufacturing » sont définis en annexe 1.

- **Espace « Digital manufacturing » :**

L'accès à l'espace « Digital manufacturing » et L'espace « Réalité virtuelle » ne que fait sous la surveillance de l'Innovation Lab Manager et/ou des Encadrants. L'accès à cet espace est réservé aux Utilisateurs et aux personnes dûment autorisées par l'Innovation Lab Manager du lundi au vendredi de 7h30 à 20h. Les horaires sont susceptibles d'être modifiés.

En dehors de ces horaires d'ouverture, aucun Utilisateur ne peut accéder à l'Innovation Lab sans autorisation délivrée par l'Innovation Lab Manager. Dans le cas d'une autorisation donnée par l'Innovation Lab Manager, l'accès dans l'Innovation Lab se fait sous la responsabilité de l'Encadrant ou de l'Innovation Lab Manager.

- **Espace « Digital Lab » :**

Cet espace est accessible aux horaires d'ouverture du campus Efrei Paris 30-32 Avenue de la République à Villejuif.

#### **Article 4-Utilisation des différents Outils, Machines et Matériel de l'InnovationLab**

- Il est interdit aux Utilisateurs de déplacer le Matériel et les Machines ou les Outils à l'extérieur de l'Innovation Lab.
- Les Utilisateurs ne peuvent pas utiliser le Matériel, les Machines avant d'avoir suivi au préalable la Formation et obtenu le Open Badge associé.
- L'utilisation du Matériel et des Outils se font sous la supervision de l'Innovation Lab Manager et/ou des Encadrants.
- L'Utilisateur doit prévenir l'Innovation Lab Manager ou l'Encadrant avant toute utilisation du Matériel et des Outils.

#### **Article 5-Entretiens des locaux**

- L'entretien des locaux de l'Innovation Lab est sous la responsabilité des Utilisateurs.
- A ce titre, l'Utilisateur participe au maintien de la propreté et fait en sorte que les locaux restent en bon ordre (ranger les chaises, remettre les outils à leur place, nettoyer les chutes...).

#### **Article 6- Documentation**

Dans le cas de la rédaction d'une Documentation par l'Utilisateur, dès lors que le projet est réalisé, l'Utilisateur accepte de mettre à disposition sur Moodle de tous les autres Utilisateurs cette documentation. L'Utilisateur accepte expressément que ses nom et prénom soit visibles et associés à la Documentation. La Documentation sera toujours accessible et anonymisée après le départ de l'Utilisateur de l'école.

#### **Article 7-Denrées alimentaires & boissons**

Il est strictement interdit d'introduire de la nourriture ou des boissons à l'intérieur de l'Innovation Lab. Les contrevenants s'exposent au prononcé d'une sanction disciplinaire.

#### **Article 8 - Comportement & Discipline**

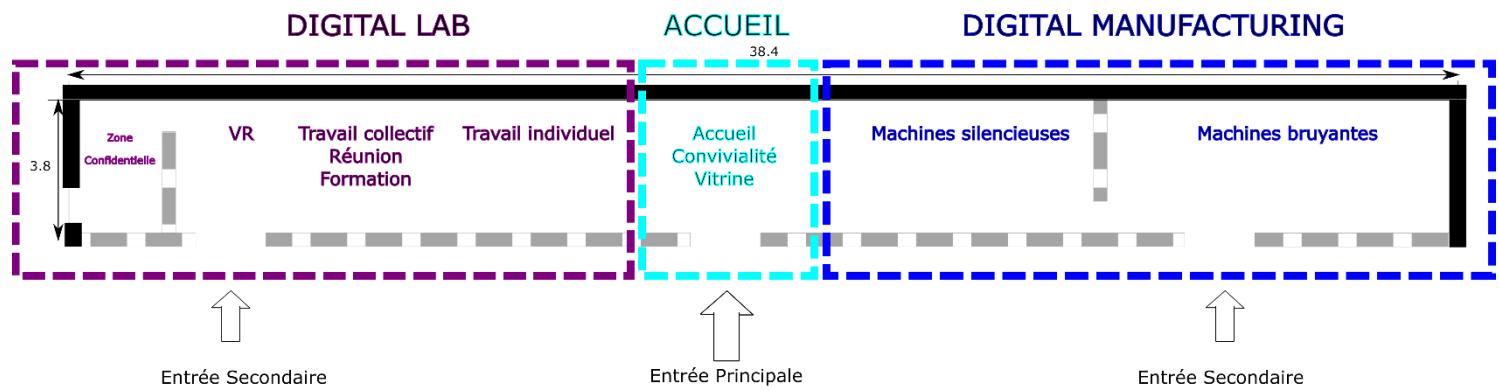
##### **Article 8.1-Dispositions générales**

Chaque étudiant doit adopter un comportement garantissant le respect des règles élémentaires de civilité et de savoir-vivre. A cette fin, il s'engage à respecter les instructions données par la direction ou par l'Innovation Lab Manager et à n'effectuer aucun acte pénalement répréhensible, contraire au présent règlement ou de nature à porter atteinte à la sécurité, au bon ordre et à la discipline.

##### **Article 8.2- Mesures disciplinaires**

Tout manquement aux dispositions du présent règlement peut entraîner une des sanctions suivantes : rappel à l'ordre, avertissement écrit, travaux compensatoires, blâme, exclusion temporaire (à titre principal ou à titre conservatoire), exclusion définitive.

## ANNEXE 1 : Plan Innovation Lab



# Support de formation - Découpe Laser

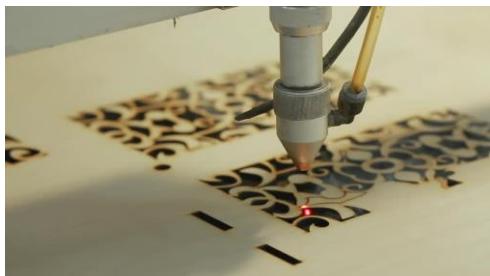


## Table des matières

Généralités .....	2
Principe .....	2
Définition de Laser .....	2
Génération du Laser .....	3
Focale .....	3
Process .....	4
La découpe et le marquage .....	4
La gravure .....	5
Matériaux utilisés à l’Innovation Lab .....	5
Les matériaux autorisés .....	5
Les matériaux interdits .....	6
La découpeuse à l’Innovation Lab .....	6
Dimensions .....	6
Trait de coupe (Kerf) .....	6
Réglage du couple vitesse-puissance .....	6
Workflow .....	7
Logiciel – Conception .....	7
Image vectorielle .....	7
Image matricielle .....	7
CorelDRAW .....	8

Maintenance .....	8
Miroirs et lentille .....	8
A l'intérieur du carénage.....	9
Sécurité .....	9

## Généralités



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.

## Principe

Dans une découpeuse laser, la découpe est réalisée en sublimant la matière (passage de l'état solide à l'état gazeux). Le principe est donc d'envoyer suffisamment d'énergie vers le matériau pour atteindre la sublimation

$$e = P \times t$$

e = Energie

P= Puissance du laser

t= Temps, proportionnelle à l'inverse de la vitesse de déplacement du laser

L'opérateur a la main sur la vitesse et la puissance du laser.

L'énergie à envoyer n'est pas la même selon le type de matériau et son épaisseur. Beaucoup d'énergie pour un matériau épais et/ou épais, moins pour un matériau tendre et/ou fin.

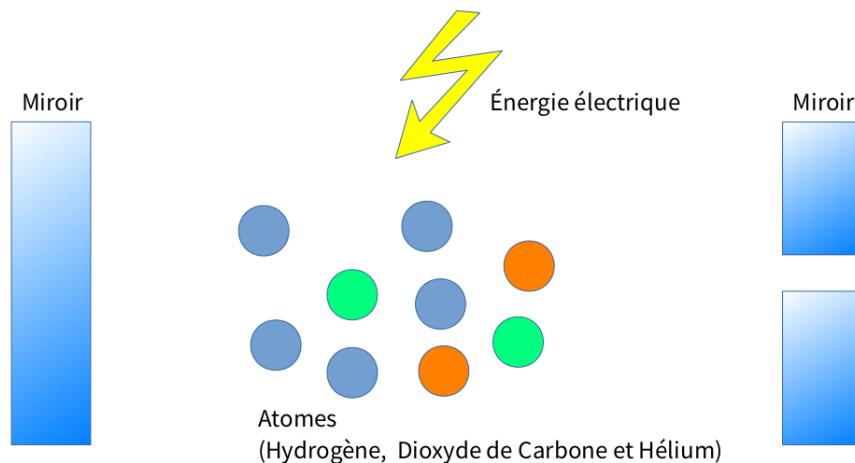
## Définition de Laser

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

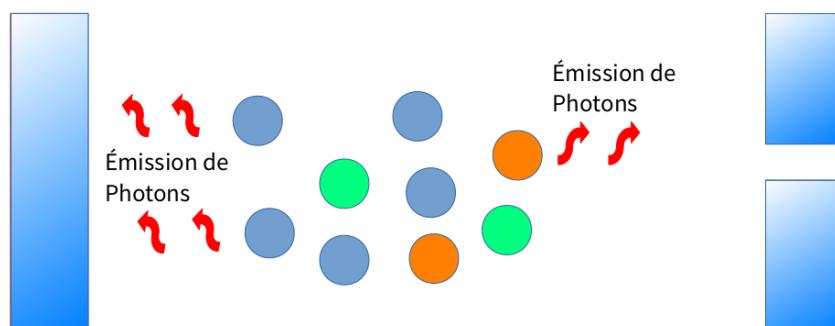
Le laser est une forme de lumière très ordonnée, les photons allant dans la même direction et avec la même longueur d'onde (infra rouge dans notre cas), permettant de "concentrer" l'énergie en un rayon.

## Génération du Laser

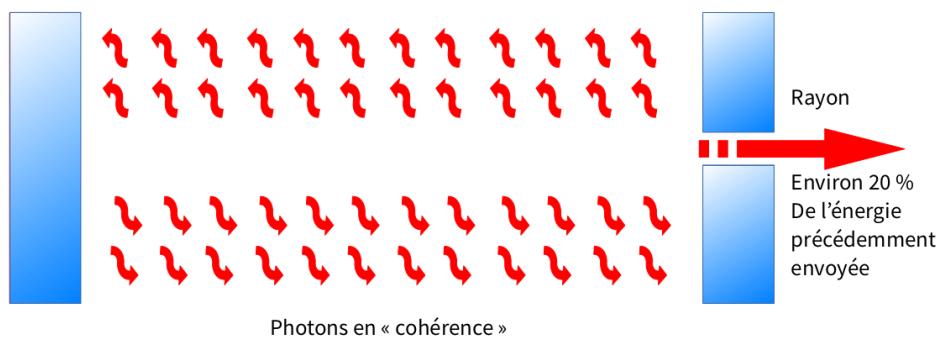
Le laser est généré dans un tube. Celui ci contient du gaz composé essentiellement d'atomes d'hydrogène, de dioxyde de carbone et d'hélium.



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).



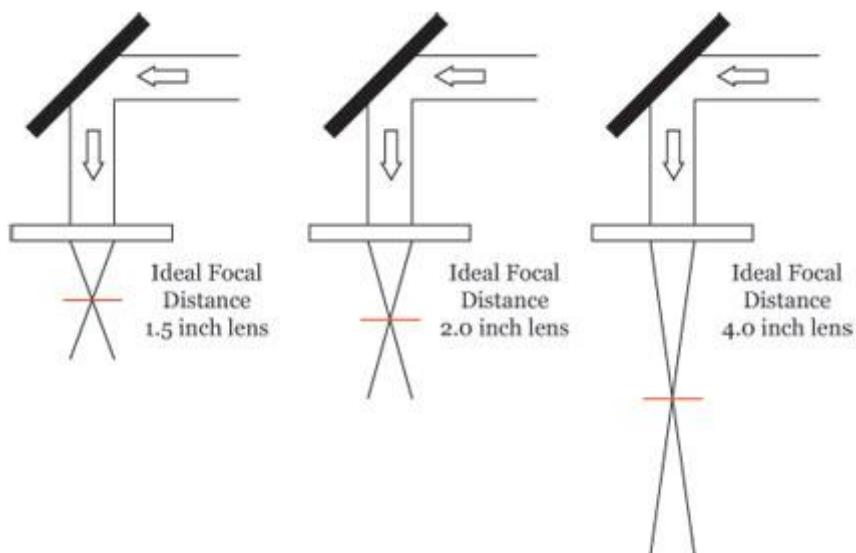
Ces photons auront la particularité d'être en cohérence. Puis, après un certain temps, ces photons seront libérés sous la forme de rayon à une extrémité du tube.



## Focale

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.

Plus la focale de la lentille est petite, plus le rayon est concentré, plus la puissance par unité de surface est grande. Cependant 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).

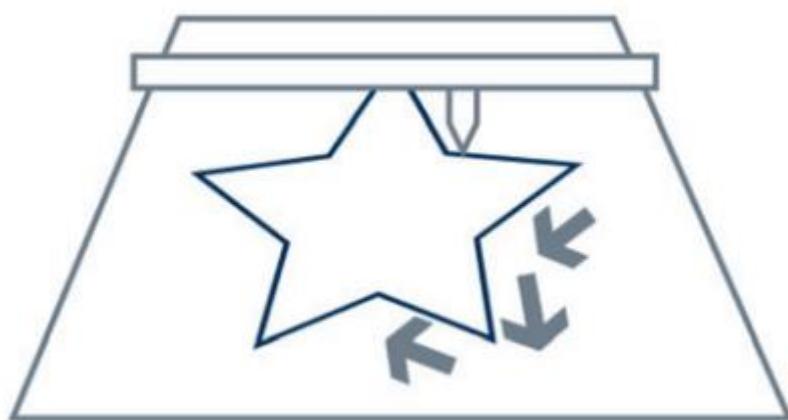


## Process

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.

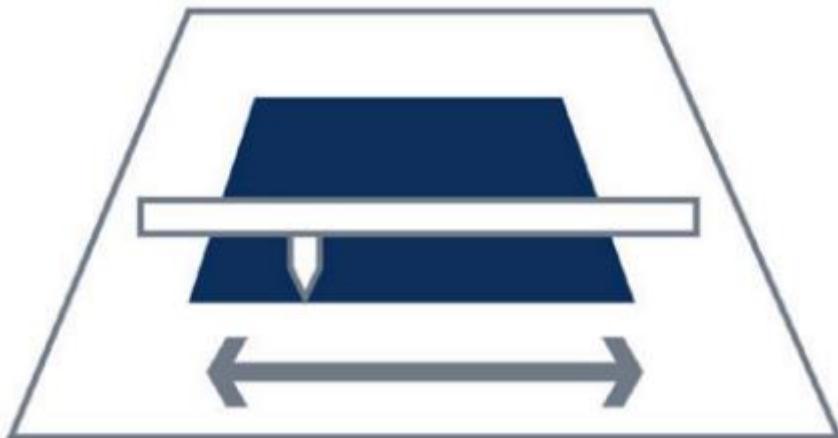
### La découpe et le marquage

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



## Matériaux utilisés à l’Innovation Lab

### Les matériaux autorisés

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 à l’Innovation Lab:

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

- **Verre:** Gravure et marquage

### Les matériaux interdits

- **PVC:** La découpe ou gravure sur du PVC est interdite car elle libère du gaz extrêmement nocif pour l'opérateur et pour la machine.
- **Carton:** Risque de départ de feu trop important
- **Les fibres de carbone** sont également à proscrire.
- **Polycarbonate et Polystyrène** expansé (Attention, ils ressemblent énormément au PMMA)
- La découpe de matériaux réfléchissant est également interdite (On peut néanmoins travailler sur l'envers d'un miroir)

### La découpeuse à l'Innovation Lab

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



### 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...

### 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.

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.

## Workflow

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

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

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

## CONCEPTION      PARAMETRAGE      FABRICATION      ASSEMBLAGE

Conception sous CorelDRAW

- Elements Vectoriels
- Elements Matriciels



Conception 3D  
- Mise en plan

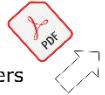
.dxf

Driver machine sous CorelDRAW  
- Paramétrage matériaux  
- Couleur  
- Epaisseur de trait

gcode



Conception 2D logiciels tiers  
- Elements Vectoriels  
- Elements Matriciels



## Logiciel – Conception

### Image vectorielle

Une image vectorielle est une image numérique composée d'objets géométriques individuels, des primitives géométriques (segments de droite, arcs de cercle, courbes de Bézier, polygones, etc.), définis chacun par différents attributs (forme, position, couleur, remplissage, visibilité, etc.)

Les plans permettant de réaliser des lignes de coupes ou de marquages sont au format vectoriel.

Logiciel conseillé : Inkscape



### Image matricielle

Contrairement à l'image vectorielle, l'image matricielle est formé de pixel. Les formats matriciels (.jpg, .bmp) seront pris en charge par la machine sous forme de gravure.

Il est vivement conseillé d'utiliser des images matricielles en niveau de gris et non pas en couleur afin d'éviter les surprises lors de la gravure de celle-ci.

## CorelDRAW

La machine de l’Innovation Lab se pilote via CorelDRAW. L’extension est .cdr. Cette machine ne reconnaît que 16 couleurs et tous les niveaux de gris.

Dans un même projet Corel Draw, le concepteur peut mélanger éléments vectoriels et éléments matriciels, et comme dit plus haut, ils ne seront pas interprétés par la machine de la même façon.

Voici comment fonctionne le driver de la machine :

- Les éléments en ligne très fine rouge seront interprétés comme de la **découpe**.
- Les éléments en ligne très fine des 14 couleurs définies plus bas seront traitées comme de la découpe
- Tout le reste sera gravé

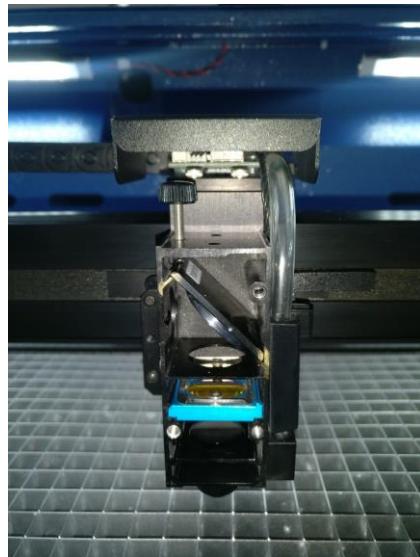
#	R	V	B	Energie
1 (Noir)	0	0	0	Gravure (max)
2 (Rouge)	255	0	0	Découpe (max)
3	0	255	0	Marquage (max)
4	255	255	0	
5	0	0	255	
6	255	0	255	
7	0	255	255	
8	255	128	128	
9	128	255	128	
10	255	255	128	
11	128	128	255	
12	255	128	255	
13	128	255	255	
14	128	128	128	
15	0	128	128	
16	128	128	0	Marquage (min)

## 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.

## Sécurité

Sécurité = Sécurité de la machine + Sécurité des personnes + Votre propre sécurité

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

Avant toute opération, il est impératif de prévenir un étudiant encadrant de votre intention d'utiliser la machine. Il pourra ainsi vérifier que toutes les conditions sont réunies pour l'utiliser en sécurité.

Le capot et les différentes trappes de la machine doivent être fermées avant la mise en route du laser et pendant toute l'opération.

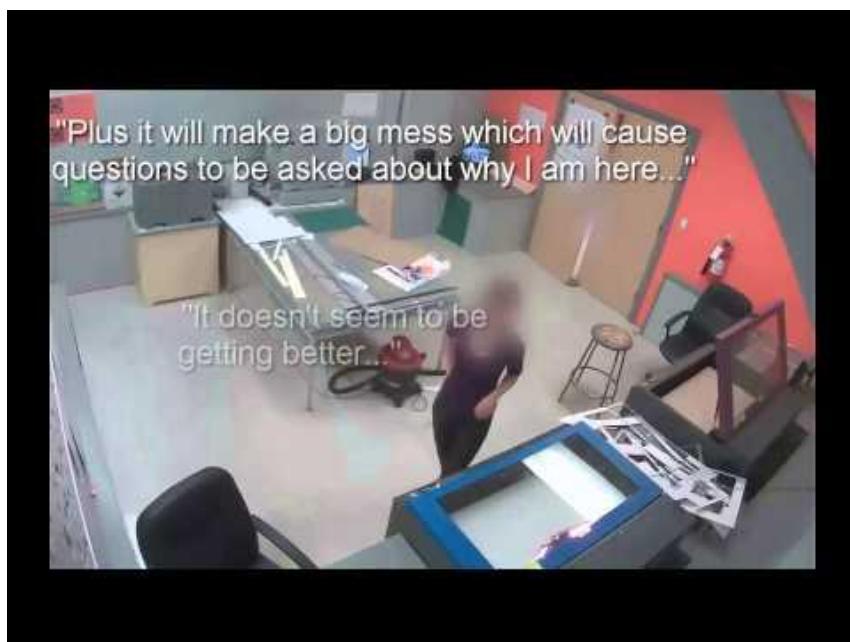
Pendant l'opération, une fenêtre de contrôle permet de voir l'intérieur de la machine. La lumière résultant de la sublimation du matériau peut être intense, il ne faut pas la fixer. A noter que la fenêtre sur le capot est en verre. Elle吸absorbe la longueur d'onde du laser (invisible) mais pas la lumière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

## En cas de départ de feu

- Stopper la machine (arrêt d'urgence, bouton On/Off)
- Eteindre la ventilation

- Utiliser la couverture anti-feu pour éteindre le feu, soit directement dans la machine, soit en retirant le matériau si cela est faisable



**Pourquoi il est important d'être formé à l'utilisation des machines :**



# Support de formation - Impression 3D



## Table des matières

Généralités .....	2
Principes .....	2
Workflow .....	3
Éléments .....	4
Matériaux utilisés à l'Innovation Lab .....	5
PLA .....	5
PLA+ .....	5
ABS .....	6
PVA (Support) .....	7
Logiciels – Conception .....	7
Les logiciels paramétriques .....	7
Les logiciels de modélisation volumique .....	7
Mesh Modeling .....	8
Les règles de conceptions inhérentes à l'impression 3D .....	8
Les paramètres du Slicer .....	10
Orientation de la pièce .....	10
Matériaux .....	10
Support .....	10
Radeau (Raft) .....	10
Température .....	11

Hauteur de couche.....	11
Remplissage.....	11
Coque (Shell).....	12
Vitesse d'impression .....	13
Rétraction.....	13
Z-Hop.....	13
Sécurité .....	14

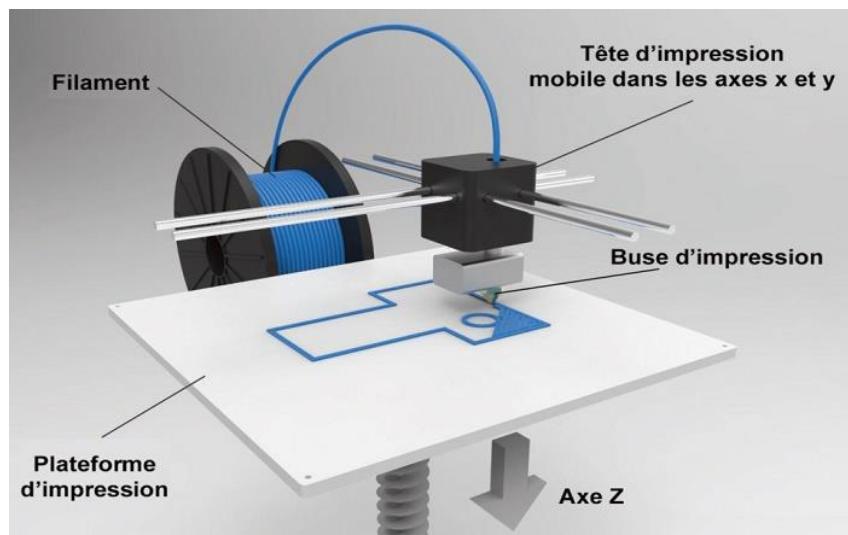
## Généralités

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 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 conception 3D est également non négligeable.



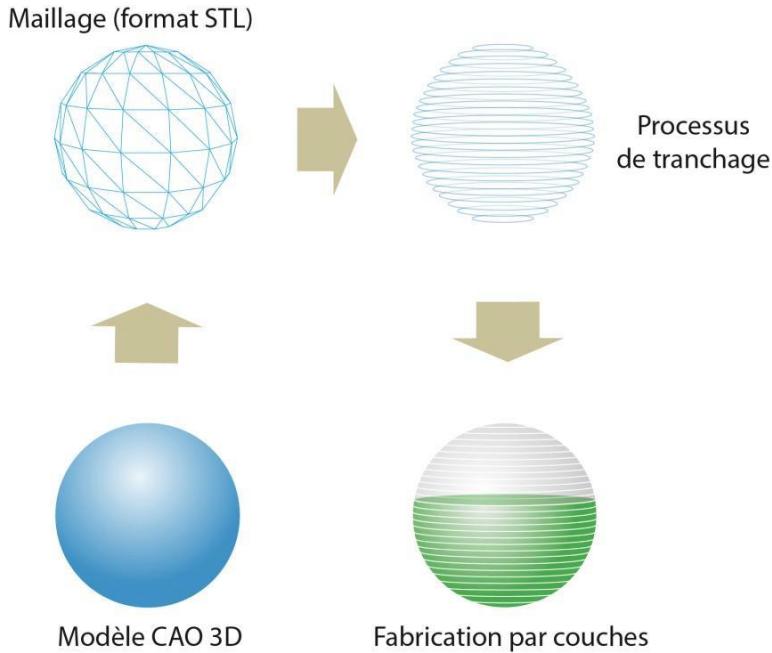
## Principes

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 modèle initiale.



A noter que du plastique ne faisant pas partie de l'objet peut être ajouté à l'objet car sa fabrication le nécessite (partie de l'objet dans le vide). Les couches de matières étant déposées les unes sur les autres, les parties de votre objet présentant un devers ou un portant vont nécessiter d'ajouter un support.

## Workflow



### CAO

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](http://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 et de l'épaisseur de ces tranches
- de l'épaisseur de la coque externe
- du remplissage de l'objet
- de la présence (ou pas) de support ou de radeau

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>

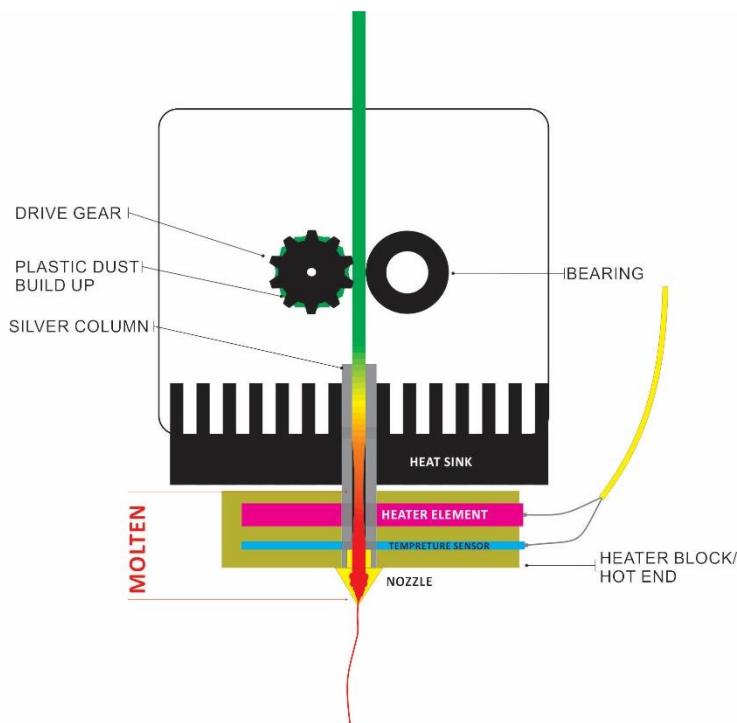
### Fabrication

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

## Éléments

### 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.

#### Le plateau

Le plateau est en général chauffant afin de limiter la différence de température du matériau sortant de la buse. Ainsi, il maximise l'adhérence des premières couches, et permet à l'objet d'être solidement accroché. Il existe plusieurs type de revêtement selon les constructeurs. Il peut être amovible, micro percé...

## Matériaux utilisés à l'Innovation Lab

### 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 mat 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) car il nécessite une enceinte à température contrôlée. L'ABS est soluble dans l'acétone.

Ce matériau est très présent dans les objets courants comme les appareils électroménagers, les jouets, équipements automobiles...

## Autres

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

### PVA (Support)

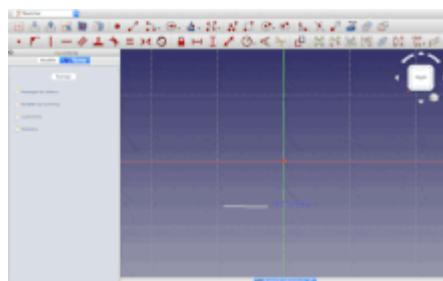
Alcool Polyvinyle. Ce matériaux est soluble dans l'eau et est donc tout indiqué pour être utiliser en tant que support. Il permet donc d'outrepasser les limites inhérentes à l'impression par dépôt de filament en permettant de créer des objets avec des cavités intérieur ou des pièces intriqués. Il est utilisé en combinaison avec le PLA. Etant très sensible à l'humidité, il est nécessaire de le stocker dans un lieu parfaitement sec.

## Logiciels – Conception

Il existe de nombreux logiciels de conception 3D, mais on peut distinguer 3 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.

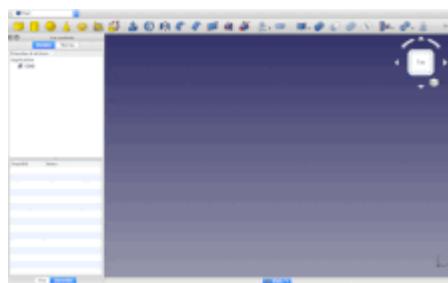
Solidworks Un des logiciels les plus utilisés dans l'industrie, il est disponible au Fablab.

Fusion 360

Onshape CAD en ligne

### Les logiciels de modélisation volumique

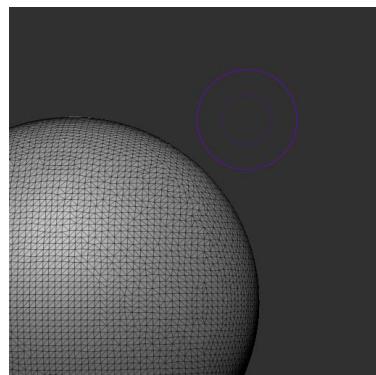
Ces logiciels ont une prise en main plus rapide, car ils sont relativement intuitif. L'utilisateur manipule des primitives simples ( cubes, sphères, cylindres...) qui, après des opérations booléennes (union, intersection, soustraction), formeront des solides plus complexes.



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

### Mesh Modeling

Ce dernier type de modélisation se destine plus à un usage "artistique" comme la création de personnages ou de textures. Le concepteur a directement la main sur le maillage (mesh) qui compose l'objet, agissant comme un sculpteur sur l'objet. On parle alors de mesh modeling.



Blender, 3D studio Max.

### 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 dû 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 nécessaires 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 ! Le chapitre sur les paramètres du slicer indiquent comment limiter la présence de support.

Règles générales :



# DESIGN RULES FOR 3D PRINTING

## Les paramètres du Slicer

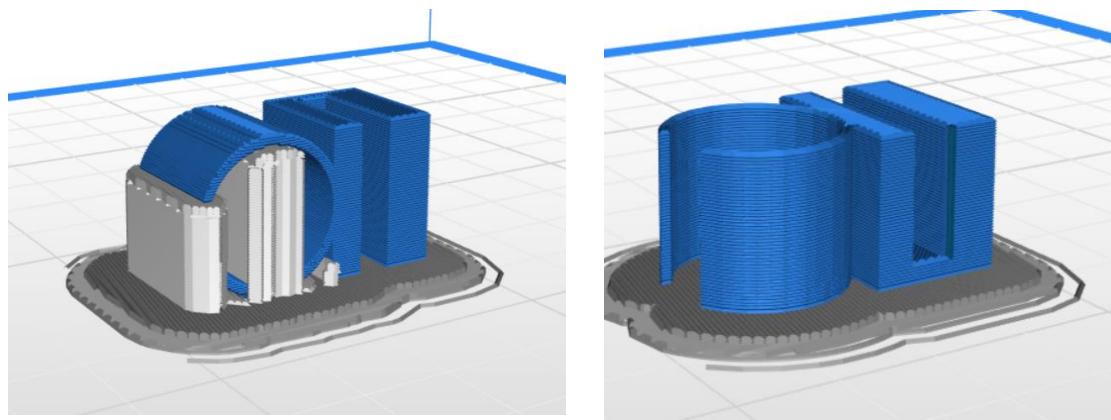
Les paramètres listés ci-dessous sont les paramètres sur lesquels l'utilisateur a en général une influence. Un mauvais paramétrage, surtout lorsque l'on utilise des matériaux différents de ceux recommandés par le fabricant de la machine, risque de compromettre la réussite de votre impression.

### Orientation de la pièce

Le fait de construire l'objet par couche en fait un objet anisotropique (contraire d'isotropique). Cela signifie que ses propriétés mécaniques ainsi que la qualité de sa fabrication dépendent de son orientation.

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



### Matériaux

N'oubliez surtout pas de renseigner correctement dans votre slicer le matériau qui est monté sur la machine . Il n'est pas rare de voir des impressions lancées avec le mauvais réglage de matériaux!

### 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.

## 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

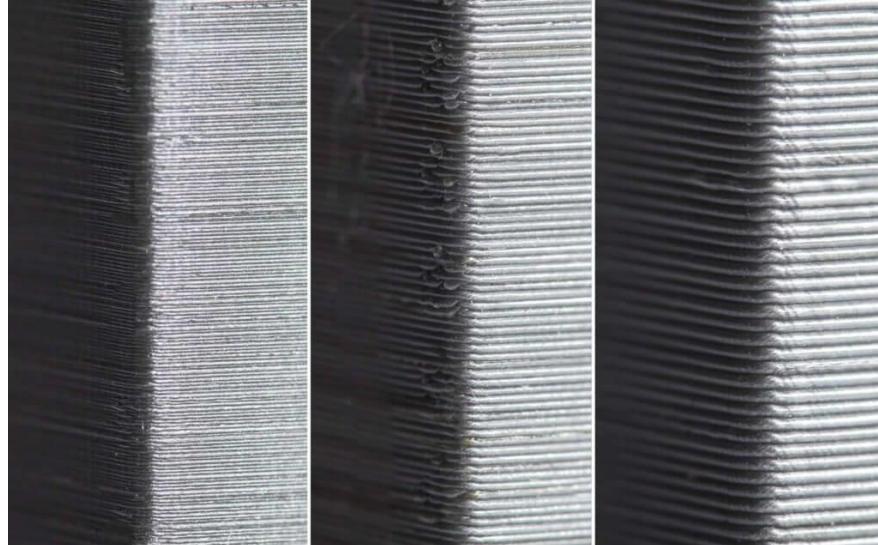
Un plateau chauffé permet une meilleure adhérence de la pièce sur celui-ci. Une pièce qui se décroche en cours d'impression mènera à l'échec de cette impression.

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

## Remplissage

### Densité

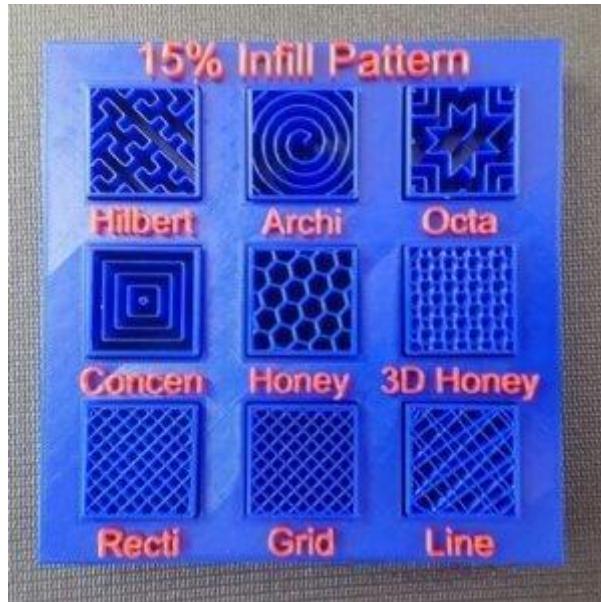
Le remplissage d'une pièce se choisit selon la solidité que l'on souhaite. La contre partie est le temps d'impression.

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.

Différents motifs de remplissage, certains sont étonnantes !



#### Coque (Shell)

Epaisseur de la paroi externe de l'objet. Elle se mesure en nombre de passage. En général elle est égale à 2. Par exemple, si votre buse est de 0,4 mm et si le slicer à pour épaisseur de coque 2, la coque de votre objet aura une épaisseur de 0.8 mm.



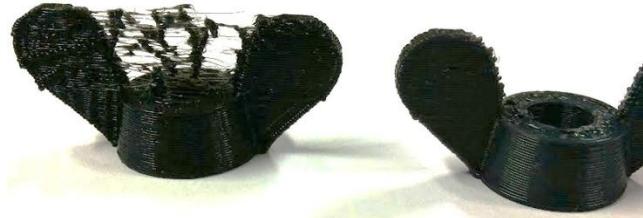
## Vitesse d'impression

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.

## Rétraction

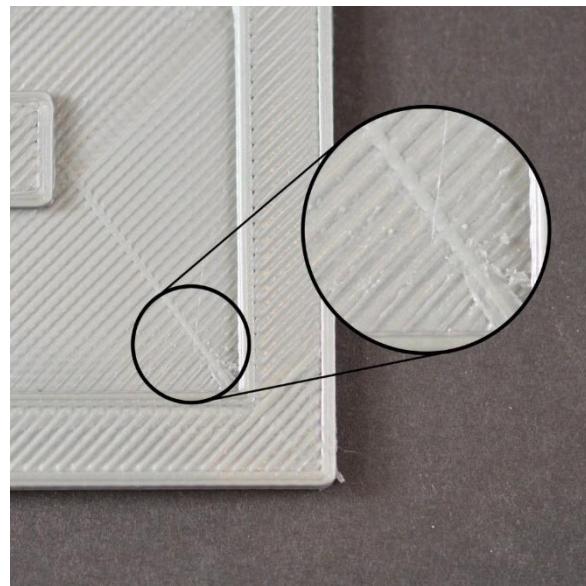
Le moteur pas à pas peut rétracter le fil lorsque la tête d'impression passe d'un endroit à l'autre de l'objet surplombant un vide. Cela permet d'éviter ce que l'on observe à gauche de la photo ci dessous.



Ceci dit, certains filaments (de basse qualité en général) s'use prématièrement 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, voire de rompre.

## Z-Hop

La buse peut se déplacer sans extruder du plastique. Ces déplacements, souvent rapides pour atteindre un autre point de la pièce peuvent engendrer des rayures, surtout quand le déplacement se fait au dessus d'une surface. En effet, la buse peut toucher le plastique déjà présent et abimer la pièce. Pour éviter ce problème, on peut dans le slicer ajuster le "z-hop", qui est un offset en Z lorsque la buse se déplace.



## Sécurité

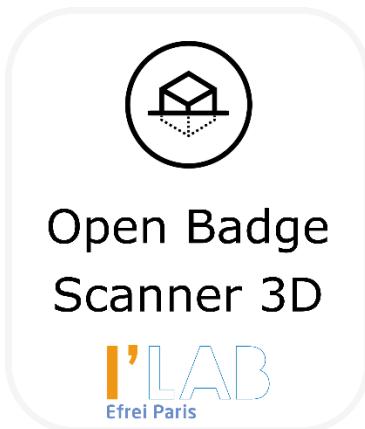
Sécurité = Sécurité de la machine + Sécurité des personnes + Votre propre sécurité

La cartouche de chauffe monte à plusieurs centaines de degré, attention aux brûlures lors des opérations de maintenance par exemple.

Une imprimante 3D ne doit pas être laissé en fonctionnement sans surveillance.



# Support de formation – Scanner 3D



## Table des matières

Généralités .....	1
Principe des différents scanner 3D .....	2
Scanner avec contact .....	2
Scanner 3D par temps de vol.....	2
Scanner 3D par triangulation laser .....	3
Scanner à lumière structurée .....	3
Présentation du scanner : EinScan-SE.....	3
Le logiciel : EXScan S .....	4

## Généralités



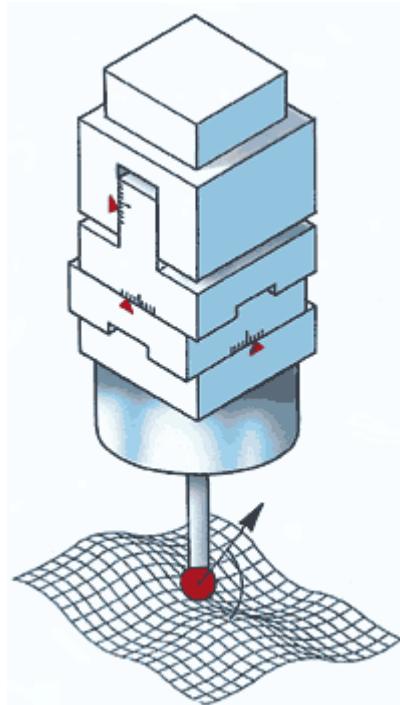
Un scanner 3D est un appareil qui analyse les objets pour recueillir des informations précises sur la forme et éventuellement sur l'apparence (couleur, texture...) de ceux-ci. Les données collectées peuvent alors être utilisées pour construire des images de synthèse. Ces appareils sont beaucoup utilisés par les industries du divertissement pour des films ou des

jeux vidéo. Des images numériques en 3D d'objets scannés servent également à la conception industrielle comme la rétro-ingénierie.

## Principe des différents scanner 3D

### Scanner avec contact

Les scanners 3D avec contact sondent le sujet grâce à un contact physique et ont une bonne précision. Cependant, leur usage ne peut être généralisé à tous les types de numérisation. En effet, leur principe même, basé sur un contact physique, peut détruire ou altérer des objets fragiles. Ils font courir un risque pour une utilisation sur des objets uniques ou de valeur comme des objets historiques. Un autre inconvénient de cette technologie est sa relative lenteur par rapport aux autres méthodes.



### Scanner 3D par temps de vol

Le scanner 3D Lidar est un appareil actif qui utilise un faisceau laser pour sonder le sujet. Ce type de scanner permet de calculer la distance avec la surface de l'objet étudié en comptant le temps nécessaire au trajet aller-retour de l'impulsion du faisceau laser réfléchi. Puisque la vitesse de la lumière  $c$  est connue, le temps de retour permet de déterminer la distance parcourue par la lumière, qui est deux fois la distance entre le scanner et la surface.



### Scanner 3D par triangulation laser

Projection d'un rayon laser et analyse de sa déviation sur le volume à définir. La technologie laser est une technologie de scan 3D simple et abordable.

### Scanner à lumière structurée

Les scanners 3D à lumière structurée projettent un motif lumineux sur le sujet et en observent la déformation. Le motif peut être à une ou deux dimensions. Prenons l'exemple d'une ligne comme motif unidimensionnel. Elle est projetée sur le sujet à l'aide d'un vidéoprojecteur LCD ou laser. Une caméra légèrement décalée du projecteur, enregistre son éventuelle déformation. Une technique similaire à la triangulation est utilisée pour calculer la distance, et donc la position des points la représentant. Le motif balaie le champ de vision afin d'enregistrer, une bande à la fois, les informations relatives aux distances.

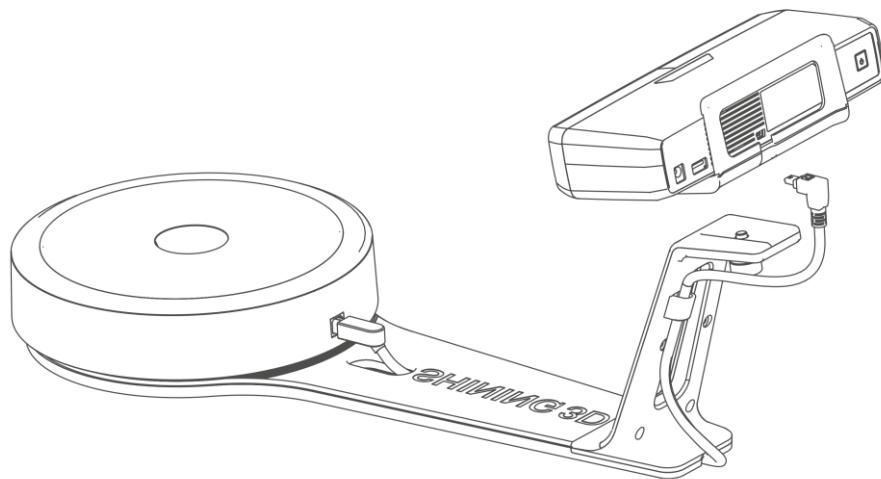


C'est ce type de Scanner qui est utilisé dans l'innovation lab.

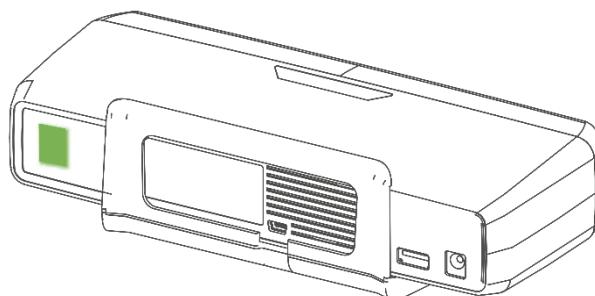
### Présentation du scanner : EinScan-SE

La majorité des informations à propos du scanner et de son logiciel sont disponibles sur la notice ci-jointe.

Le scanner est composé d'une plaque tournante qui va permettre de scanner chaque face de l'objet et d'une tête composé de deux caméras et d'un projecteur utilisé pour projeter des motifs pour distinguer les volumes.



Après avoir branché le scanner à un ordinateur et à une prise pour son alimentation, appuyez simplement sur le bouton on. Vous pouvez maintenant à la partie software.

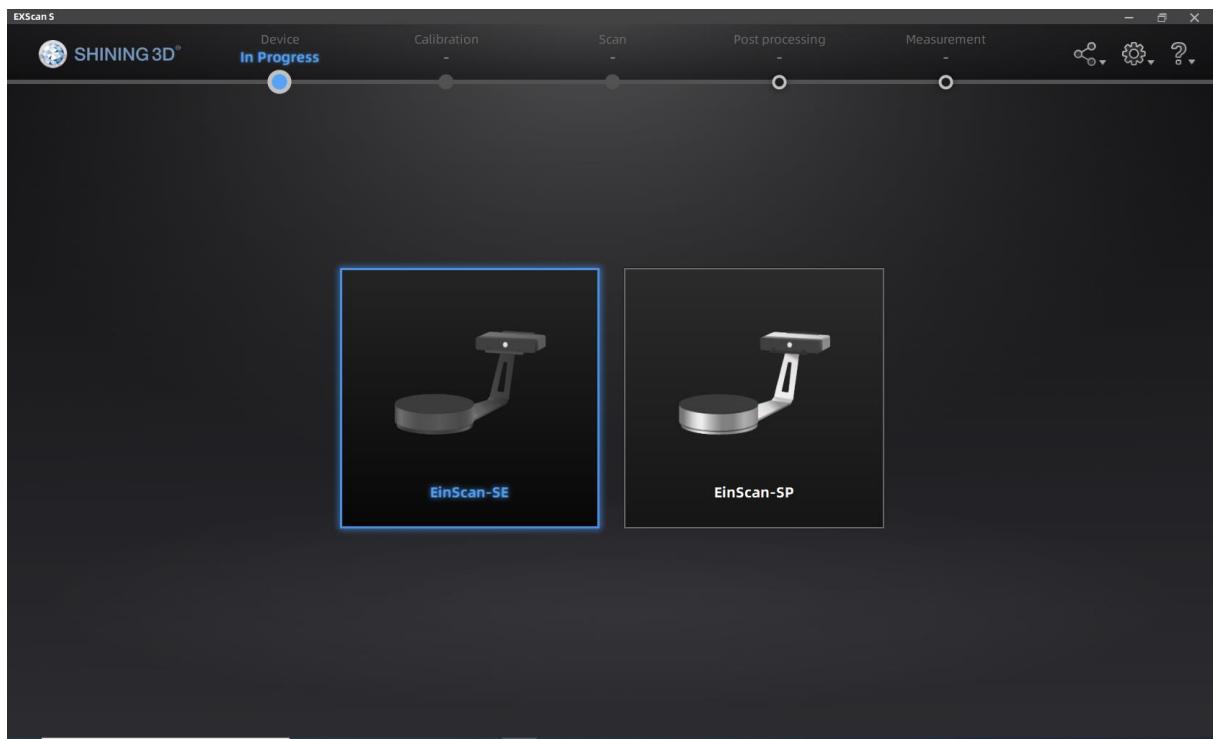


Veiller à mettre le scanner dans un espace avec peu de mouvements en fond et une faible lumière, En effet c'est la tête du scanner qui va projeter sa propre lumière et une forte lumière extérieure affecter la précision de celui-ci.

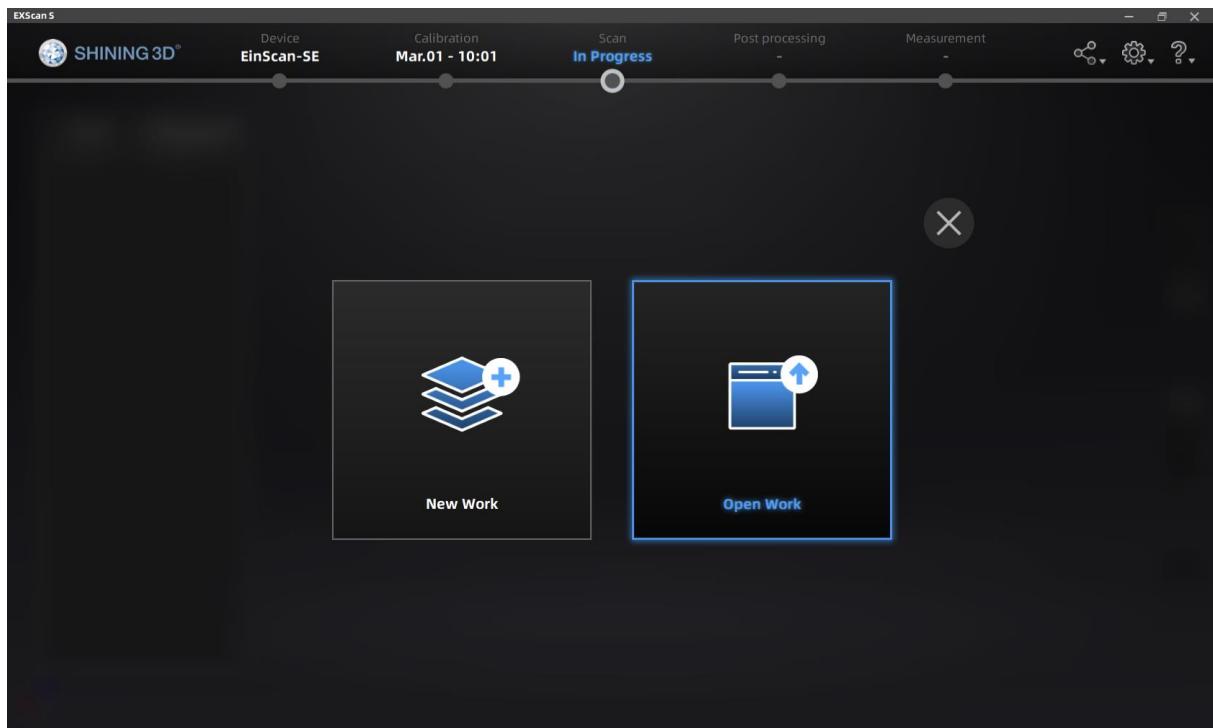
### Le logiciel : EXScan S

Expliquons étape par étape la mise en place du logiciel.

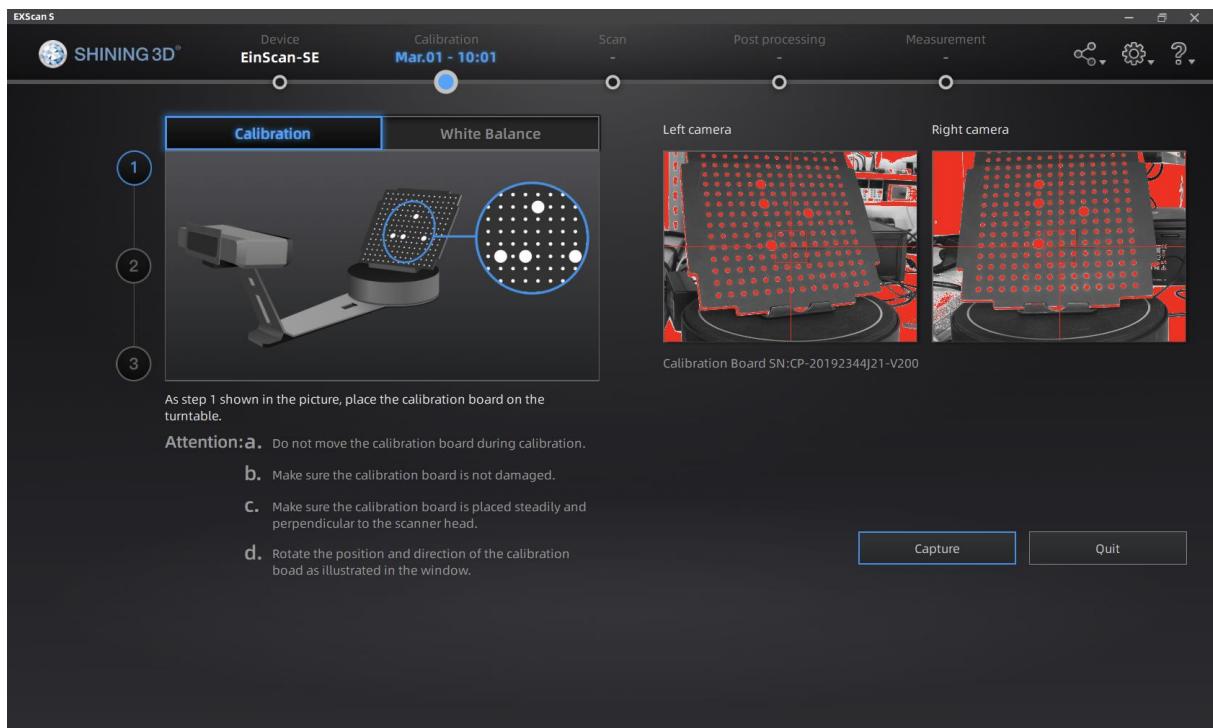
Ouvrir le raccourci du logiciel EXScan S qui est sur le bureau avec le scanner allumé, puis sélectionner le modèle du scanner : SE.



Ensuite si, pour étalonner le scanner, appuyer sur la croix sur la fenêtre suivante.

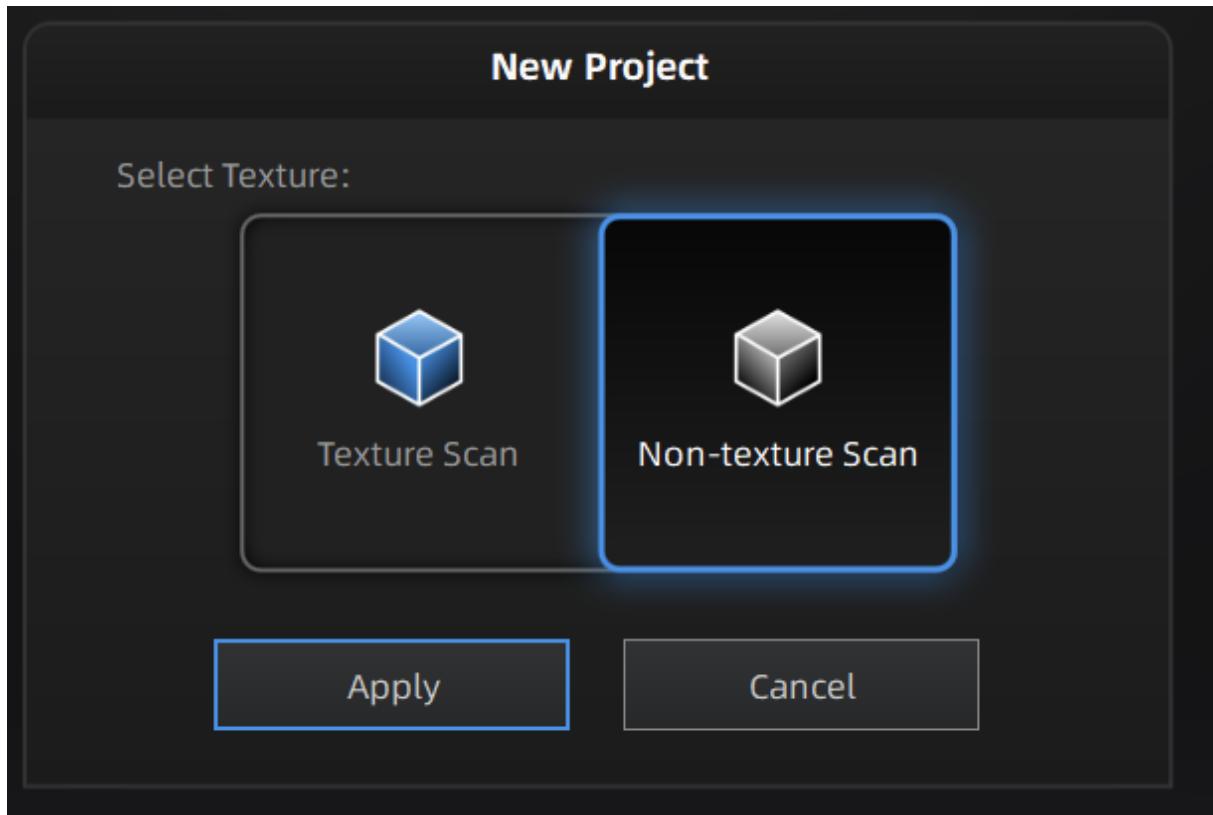


Poser sur la plaque tournante le tableau d'étalonnage et suivre les instructions du logiciel.

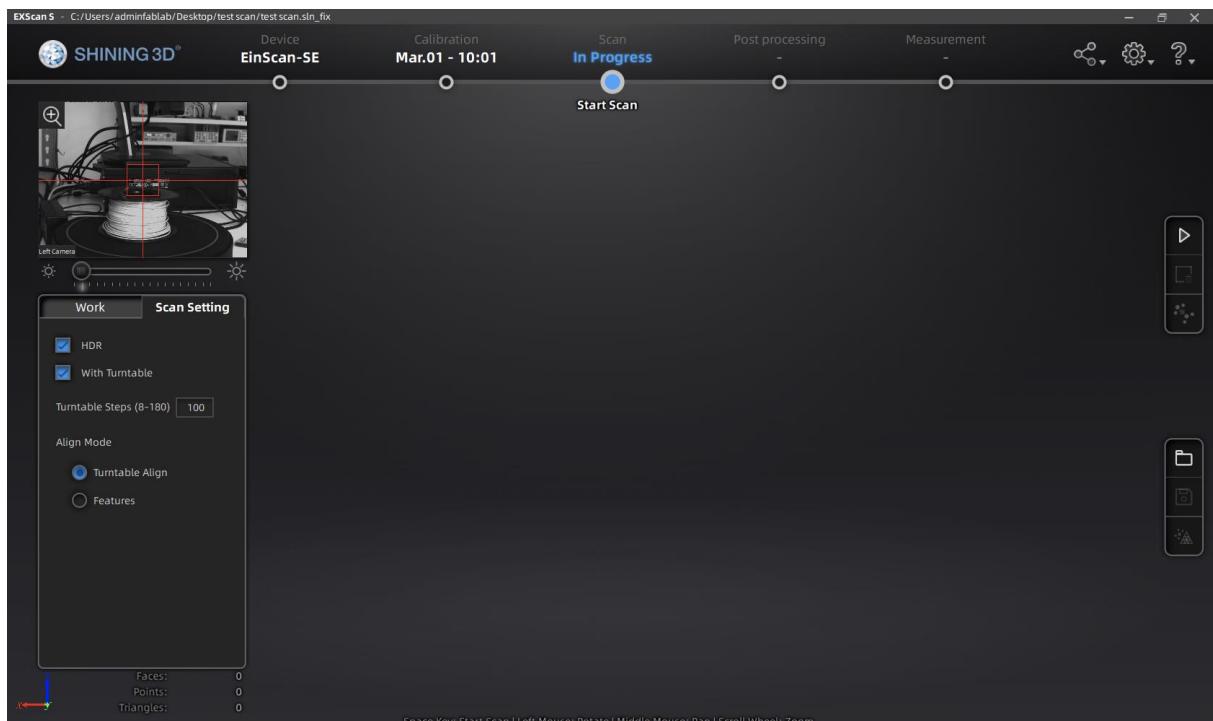


Créer ensuite un projet et choisir le type de scan : texturé ou non texturé.

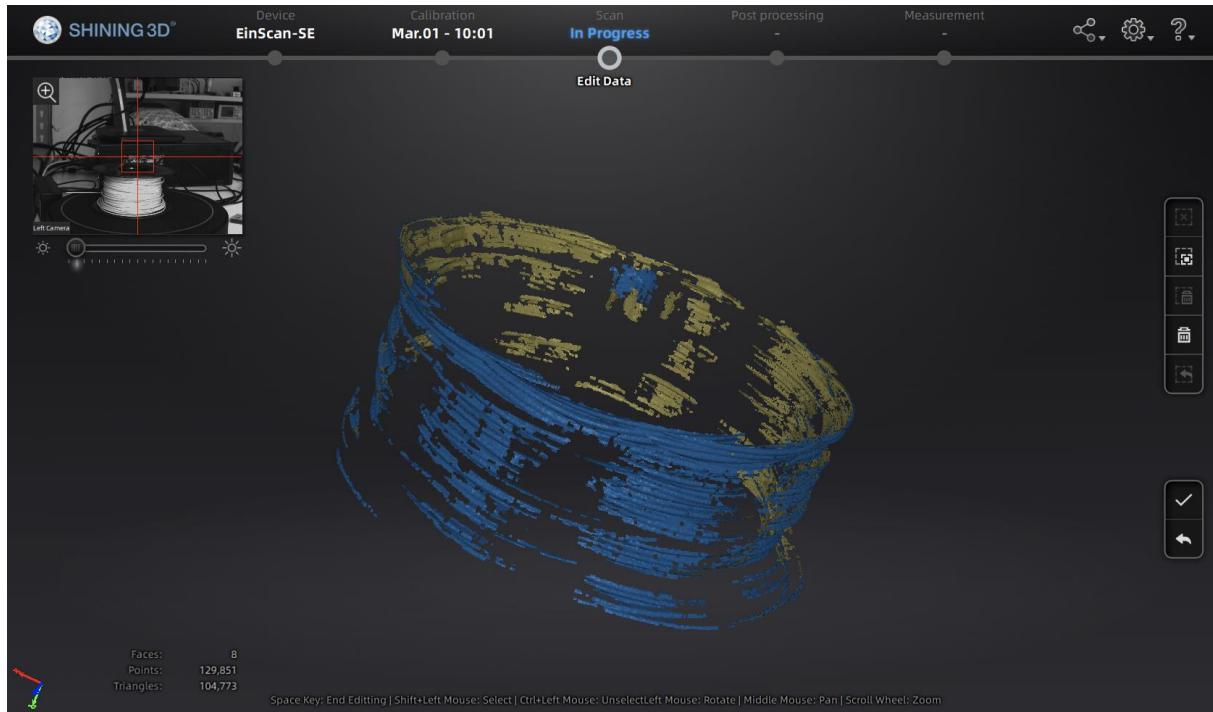
Choisir le scan de texture si la couleur est nécessaire. Ou, choisissez le scan sans texture (le scan de texture prend un peu plus de temps, et le test de balance des blancs doit être fait avant).



Après avoir choisi le nombre de photos ("turntable steps") en fonction de la qualité et du temps voulu, lancer le scan via la palette de bouton qui se trouve sur la droite.

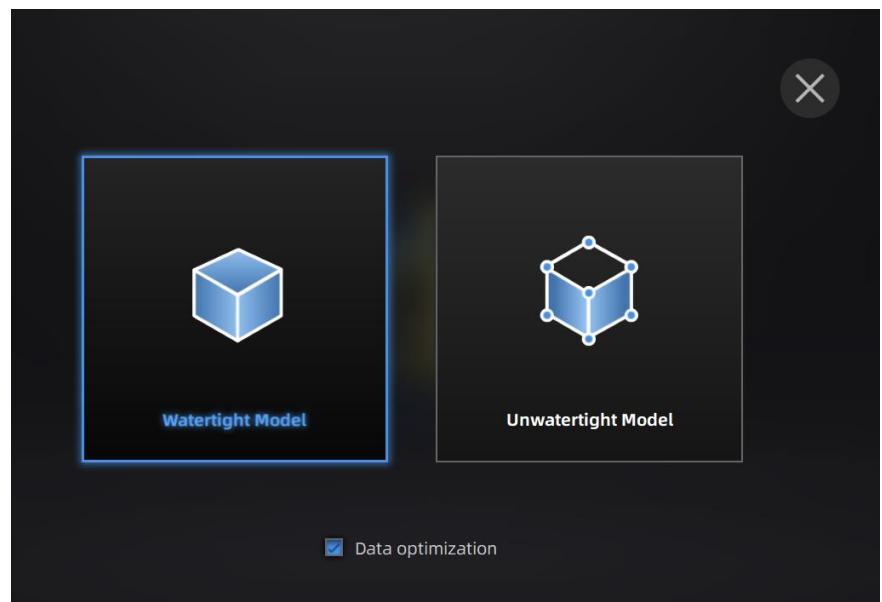
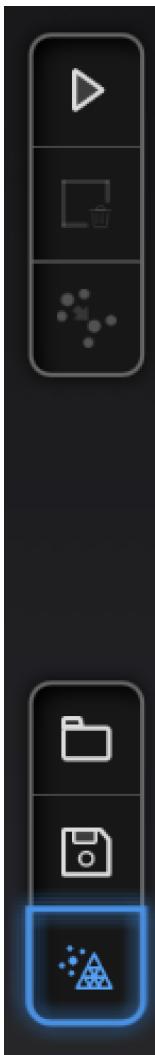


Suivre l'évolution du scan.



Passer maintenant à la phase "Post-Processing". Après avoir sélectionné avec shift+left Mouse et supprimé les petites imperfections possibles, sélectionner mesh-model dans la palette.

Pour un Model fermé choisir "Watertight Model".



Enfin tester les différentes options pour travailler votre scan (plus lisse, plus arrondi, etc...). Vous pouvez ouvrir le scan sur un autre logiciel 3D pour continuer à le travailler.

## Calibration

**How to get a successful scan**

**Our Scan Process**

**SHINING 3D®**

**Support de formation – Scanner 3D**  
pierre.dewatre@efrei.net

**Calibration**

**What can be scanned?**

**Our Scan Process**

**Build Project**

**STEP 01 Calibration Board Assembly**  
Insert calibration board onto the board holder.

**STEP 02 Calibration Board Placement**  
place the calibration board on the centre of the turntable facing the scanner.

**Difficult to Scan**

- Transparent objects like glasses
- Shiny or reflective objects like varnished metal parts
- Dark color objects like black keyboard
- Fuzzy objects like hair
- Solutions: Paint with toner powder on objects will improve the scan quality.

**Do NOT Suggest to Scan**

**Place object**

**STEP 03**  
make sure the object will be stable during the scanning.

**Adjust Brightness**

**STEP 04**  
Bright  
Dark or difficult to scan

**Manual Alignment**

**STEP 05**  
Scan

**Save**

**STEP 06**  
Edit Scan

**STEP 07**  
Complete the scan in more directions

**STEP 08**  
Manual

**STEP 09**  
Mesh

**STEP 10**  
Save

**Calibration tips**

You should calibrate the scanner in the initial set-up, or IF YOU MOVE THE SCANNER OR YOUR TABLE.

When you find the scanned quality is not as good as initial set-up, you can re-calibrate your scanner.

Calibration needed when alignment mistake or failure frequent appear during the scanning.

Do not touch or move the object during calibration.

**Note:** If object size and weight are as mentioned above, Please cut or tripod without turntable by Fixed Scan Mode.

**Build Project**

**STEP 01**  
Click "New Project" button to start a new scan.

**STEP 02**  
Shift+Left Mouse Select: selected section will show as red. The toolbar on the top will allow you to do further edit.

**STEP 03**  
Click to save data and exit the single piece edition.

**STEP 04**  
Shift+Left Mouse Select: selected section will show as red. The toolbar on the top will allow you to do further edit.

**STEP 05**  
Click to save data and exit the single piece edition.

**STEP 06**  
Edit Buttons

**STEP 07**  
1. Disconnect .....  
2. Reconnect .....  
3. Undo .....  
4. Redo .....  
5. Show/Hide Stripes .....  
6. Click to save data and exit the single piece edition.

**STEP 08**  
If automatic alignment failed during scanning, you can use manual alignment (User manual alignment in User manual).

**STEP 09**  
1. Choose the brightness setting according to your object surface condition.  
2. Too much red appears on the object shown in the windows means over bright.  
Note: Please check the exposure instruction manual.

**STEP 10**  
Double click on the touch screen to turn the scanner off.

**HANGZHOU SHINING 3D TECH CO., LTD.**

Email: sales@shining3d.com  
Address: No. 338 Xiangqiao Road, Wenyi Street, Xiaoshan District, Hangzhou, China

**Support Contact**

Phone: +86-571-8802094  
Email: efcscn\_support@shining3d.com  
[www.efscn.com](http://www.efscn.com) [www.shining3d.com](http://www.shining3d.com)

# Support de formation – Electronique



## Table des matières

Déroulé de la formation .....	2
Généralités .....	2
Câblage.....	2
Connecteur Dupont.....	2
Plaque d'essai (Bread Board).....	4
Strip Board.....	4
Circuit Imprimé - PCB .....	5
Soudure - Brasage.....	7
Gaine thermo rétractable.....	8
Instrumentation.....	8
Générateur de signaux basse fréquence.....	8
Générateur de signaux haute fréquence .....	8
Multimètre .....	8
Oscilloscope.....	9
Alimentation de laboratoire .....	10
Sécurité .....	10
Brasure .....	10
Mise au point de prototype.....	10

ESD Eletrostatic Discharge.....	11
---------------------------------	----

## Déroulé de la formation

Réalisation pratique lors de la formation :

- Connecteur Dupont : Fabrication un câble à connecteurs Dupont
- Plaque d'essai (Bread Board) : Câblage d'un circuit Resistance-Led-Interrupteur alimenté par l'alimentation de Laboratoire
- Soudure - Brasage : Réalisation d'une soudure
- Multimètre : Mesurer avec le multimètre la tension aux bornes de la LED et le courant la traversant
- Alimentation de laboratoire : Mettre l'alimentation en mode courant constant (limitation de courant)
- Oscilloscope : Visualiser à l'oscilloscope les signaux générés par le GBF

## Généralités

La mise au point d'un système électronique, de sa conception jusqu'à sa réalisation, fait intervenir beaucoup de paramètres et les occasions de faire des erreurs ne sont pas rares. Cette formation présente un ensemble de technique et de méthodes assez simples quand elle sont prises indépendamment, qui devraient vous permettre d'éviter certaines embuches

## Câblage

Le câblage dans un prototype électronique vous permet d'interconnecter les composants entre eux. C'est souvent une partie qui est négligée, et pourtant source de beaucoup de bug.

### Connecteur Dupont



Un bon prototype est souvent modulaire. La modularité implique qu'un module peut être changé/remplacé facilement. Qu'il est testable indépendamment et donc que sa mise au point est facilité. Ceci implique donc la connexion entre les modules ne doit pas être définitive (éviter la soudure!). C'est ce qui garantira sa maintenance et son évolutivité, d'où l'utilisation de connecteur.

Ces modules sont des cartes qui font office de capteur, d'actionneur, de traitement.... Afin de les relier entre eux, le concepteur va avoir besoin de câbles, l'idéal étant qu'ils soient sur mesure. Il peut s'agir de 1 ou deux fils, ou de nappes.

Il est préférable d'utiliser du fil mono brin avec les connecteurs Dupont.



Les connecteurs Dupont permettent de réaliser soit même ses câbles. On choisit alors la longueur du fil, sa section, et le type (male/femelle) afin de répondre au mieux au besoin.

## TUTORIEL

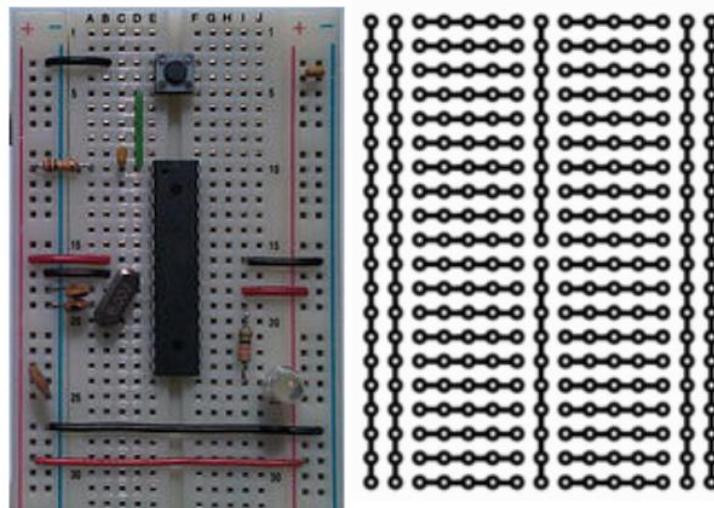


## Connecteurs Dupont



## Plaque d'essai (Bread Board)

Les premières étapes du prototypage se font souvent sur une bread board, ou plaque à essai. Cette plaque est une matrice de trou où l'on vient planter les composants. Ces « trous » sont reliés entre eux via un conducteur disposé comme schématisé ci dessous sur la figure de droite.

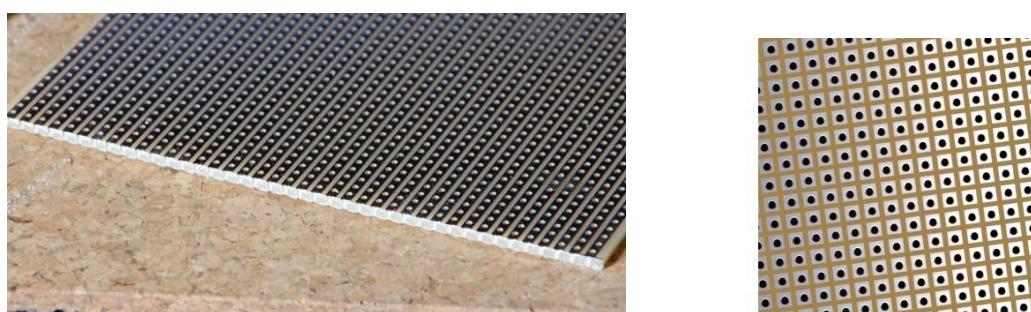


+ : Aucune soudure à faire

- : Peu solide, faux-contacts intermittent

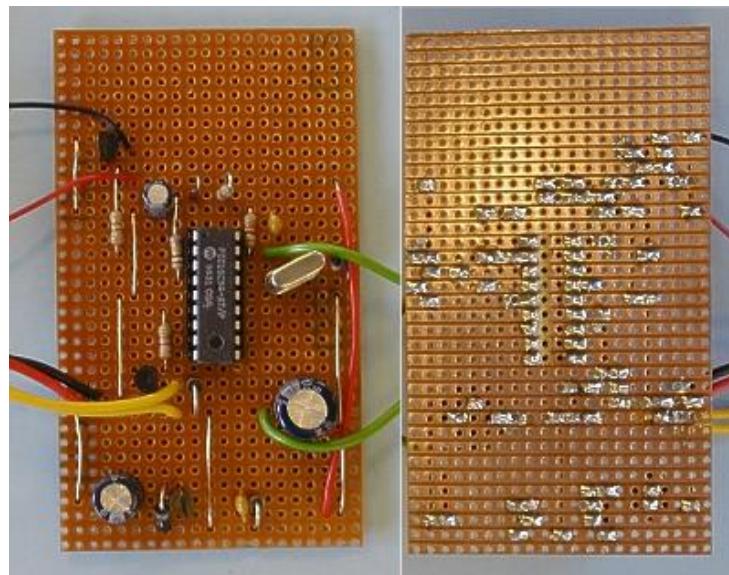
## Strip Board

La strip board est une plaque à trou, souvent en bakélite. Elle est recouverte d'une fine couche de cuivre et est percée pour former une matrice. La couche de cuivre peut être organisé en ligne, en colonne, ou par point.



Un coup de cutter sur la fine couche de cuivre est en général suffisant si vous voulez isoler une partie d'une ligne.

Une fois votre montage testé sur une plaque à essai et si vous désirez le pérenniser, vous pouvez utiliser la strip-board où vous souderez les composants. Vous obtiendrez ainsi un prototype robuste.

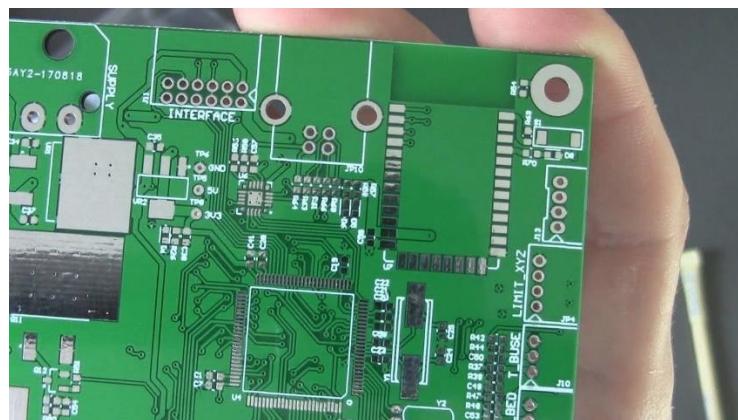


+: Robuste, peu sujette au faux contact, dimension personnelle

- : Long à mettre en œuvre

### Circuit Imprimé - PCB

Le graal des interconnections entre vos composants est de faire un PCB (printed circuit board) ou circuit imprimé.



Les composants se soudent sur ce dernier, mais les interconnections seront réalisées par une machine et donc seront précises et solides.

Cette technique vous permettra d'utiliser des composants montés en surface (CMS) et vous fera gagner de l'espace. Les CMS s'opposent aux composants traversants, qui comme leur nom l'indique, traversent le circuit imprimé.

### Les couches dans un PCB

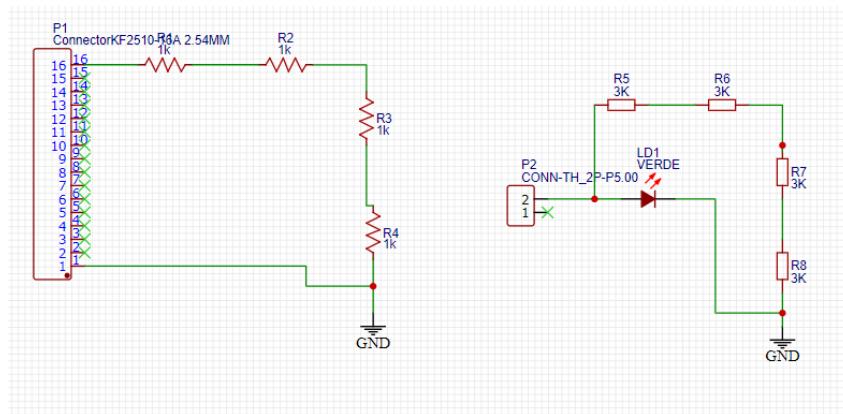
Autre avantage, un PCB permet d'avoir des fils électriques à l'intérieur de la plaque, facilitant le routage. Sur une strip bord, les fils sont routés sur une ou deux faces maximums. Le PCB permet de monter jusqu'à 7 couches, soient 7 niveaux de routages.

Conception de PCB prototypes pour 2\$ JLCPCB - YouTube

Les étapes pour fabriquer un PCB sont :

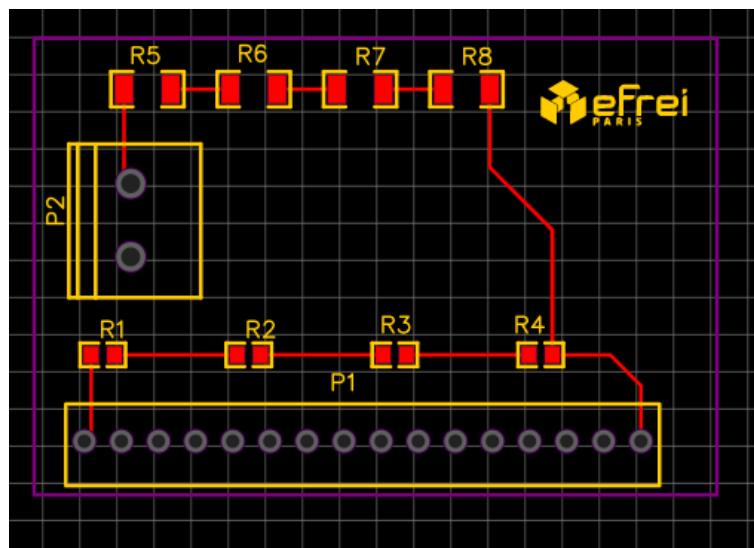
### L'édition du schéma

Durant cette étape, vous interconnectez les symboles de chaque composant entre eux. Le placement n'a pas d'importance, seul les connections comptent. A la suite de la saisie du schéma, le fichier résultant est une une netlist (liste des interconnections)



### Le placement routage

Suite à la génération de la netlist, il faut placer et router les empreintes associés à chaque symbole dans un espace prédéfini. Le fichier résultant est un fichier GERBER.



### La fabrication

Réaliser par un prestataire externe, il faut compter en général 2-3 semaines pour la fabrication et l'envoi. Ce prestataire aura besoin de votre fichier GERBER.

[easyeda.com](http://easyeda.com)

## Soudure - Brasage

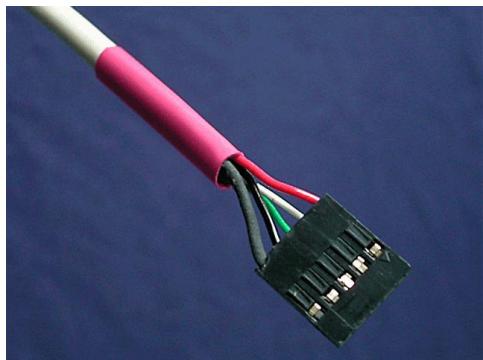
L'assemblage des composants sur un PCB ou une strip board se fait par brasage, terme plus approprié que soudure. L'intérêt est double : assurer le contact électrique et une fixation mécanique solide. Quelques notions sont essentielles afin de réussir la brasure.

L'étain peut se présenter sous forme solide ou en pâte. C'est sous forme de fil solide qu'il est le plus utilisé. L'étain (Sn) est en fait composé de flux et de d'un alliage de métal (sans plomb (Pb) dans notre cas). Le flux a pour propriété d'être acide est d'attaquer l'oxydation afin de permettre une bonne brasure. Pour cette raison il peut être nécessaire de nettoyer les résidus de flux après avoir réalisé beaucoup de brasage sur une carte. Il existe une bombe avec une brosse destinée à cet effet à l'Innovation Lab.

- 1) Allumer le fer et le régler sur une température de 350°C
- 2) Le nettoyer dans la laine de fer
- 3) Déposer de l'étain sur la panne
- 4) revenir à l'étape 2 tant que la panne n'est pas brillante et lisse
- 5) Réaliser la brasure



## Gaine thermo rétractable



Cette gaine en plastique se rétracte sous l'effet de la chaleur. Elle se présente sous la forme d'un tube dans lequel on place le fil ou le module que l'on veut entourer de plastique, souvent pour améliorer l'isolation et pour lui conférer une meilleure résistance mécanique. Sous l'effet du souffle du pistolet à air chaud, la gaine va se rétracter, comme sous l'image

## Instrumentation

### Générateur de signaux basse fréquence

Le GBF permet de générer des signaux de commandes dont on peut paramétriser la fréquence, l'amplitude, la forme d'onde, le rapport cyclique. Il est utilisé pour des signaux inférieur au MHz

### Générateur de signaux haute fréquence

Au delà du Mhz, il est préférable d'utiliser un générateur haute fréquence qui permettra de faire de la modulation

### Multimètre

Le multimètre est un appareil de mesure permettant d'avoir une mesure instantanée de résistance, de tension ou de courant. Il fait donc office dans l'ordre de ohmmètre , de voltmètre et d'ampèremètre.

La relation entre ces 3 grandeurs est la suivante (loi d'Ohm) :

$$U = R \times I$$

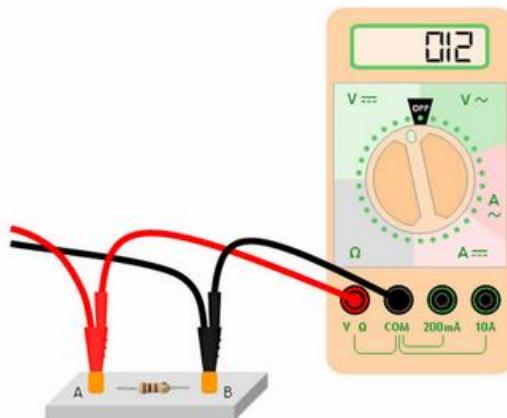
Avec U tension en Volt, R résistance en Ohm, et I intensité en Ampère.

#### Mesure d'une tension

Une tension est une différence de potentiel et se mesure en plaçant le voltmètre en parallèle du composant au borne duquel on mesure la tension. Il est nécessaire de savoir si vous mesurez une tension alternative ou une tension continue ainsi que l'ordre de grandeur de la tension afin de régler votre multimètre de la bonne façon.

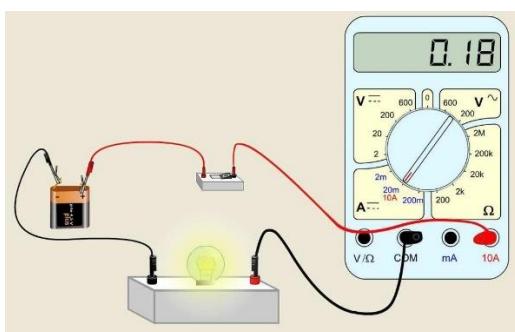
La borne positive est signalée en général par V, la borne négative par COM.

### Mesurer une tension électrique



### Mesure d'une intensité (courant)

Pour connaître la valeur du courant traversant un composant, on place l'ampèremètre sur la même branche et en série par rapport à ce composant. Il est nécessaire de connaître l'ordre de grandeur de du courant afin de régler votre multimètre de la bonne façon. La borne positive est signalé par 10A ou 200mA, la borne négative par COM.



### Test de continuité – court circuit



Lors de la mise au point d'un prototype (sur plaque d'essai, strip board, PCB), le multimètre vous permettra de tester la présence de court-circuit ou au contraire de circuit ouvert.

Cette opération se réalise hors tension.

### Oscilloscope

L'oscilloscope est un appareil de mesure permettant de visualiser l'évolution de 1 à 2 signaux au court du temps (fréquence, tension)

## Alimentation de laboratoire

L'alimentation de laboratoire permet d'alimenter votre dispositif en gardant le contrôle sur la tension et le courant. Elle fonctionne selon 2 modes :

La tension: L'utilisateur fixe une tension, et l'alimentation fournit cette tension tant que cela est possible. C'est le mode TC (tension continu).

Le courant: Le courant est fixé par la charge, c'est-à-dire votre circuit. Sur l'alimentation de laboratoire, l'utilisateur fixe une limite de courant maximum. En cas de court-circuit, ce qui n'est pas rare sur un prototype, la limitation de courant limitera les dégâts potentiels. La tension au borne de votre alimentation chutera à 0, sans que celle-ci se détériore. Elle sera en mode CC (courant continu)

L'avantage de ce dispositif est d'indiquer en temps réel l'évolution de ces 2 paramètres via les afficheurs.

Il est donc déconseillé de faire la mise au point d'un prototype en l'alimentant sur batterie. Celle-ci ne disposant pas de limitation de courant.

Une alimentation de laboratoire dispose de deux modes. L'alimentation de laboratoire fonctionne toujours sur l'un des deux modes. Le premier mode est le mode de tension constante (TC).

Lorsqu'elle est réglée sur ce mode, l'alimentation de laboratoire fournit la tension paramétrée. Le deuxième mode correspond au mode de courant constant. L'alimentation fournit dans ce cas le courant paramtré.

Le mode sur lequel l'alimentation de laboratoire fonctionne est déterminé par les limites paramétrées. L'alimentation de laboratoire fournit une tension aussi élevée que possible, jusqu'à atteindre l'une des limites.

## Sécurité

Sécurité = Sécurité des appareils + Sécurité des personnes + Votre propre sécurité

### Brasure

- Lors d'une brasure, disposez l'extracteur de fumée à une dizaine de centimètre de la brasure
- Eteindre le fer si l'inactivité est trop longue (ou baisser sa température). La panne s'abime lorsqu'elle reste trop longtemps à 350°C
- Des lunettes de protection sont à disposition afin de vous protéger des éventuelles projections

### Mise au point de prototype

- Le plan de travail doit être dégagé au maximum
- Manipuler hors tension
- Fixez une limitation de courant en cohérence avec votre manipulation
- Utilisez le bracelet anti ESD en cas de manipulation de semi-conducteur

## ESD Eletrostatic Discharge



Des décharges électriques peuvent endommager le système que vous manipuler. Afin d'éviter ces décharges, il est nécessaire que votre prototype et vous-même soyez au même potentiel. C'est ce que permet le bracelet anti ESD qui est relié électriquement au tapis où est disposé votre système.