

# Support de formation - Découpe Laser

---



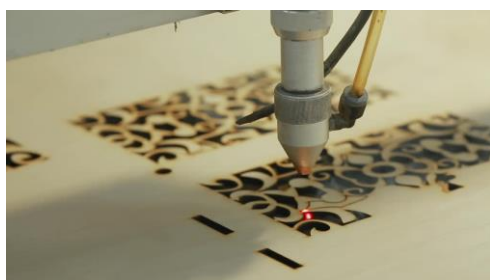
Version 30/09/2021

## Table des matières

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

CorelDRAW .....	8
Maintenance .....	9
Miroirs et lentille .....	9
A l'intérieur du carénage .....	10
Sécurité.....	10

## 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 dur, moins pour un matériau tendre et/ou fin.

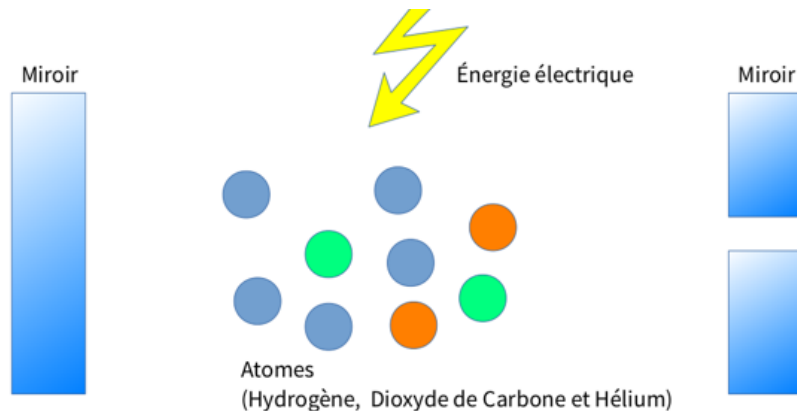
## Définition de Laser

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

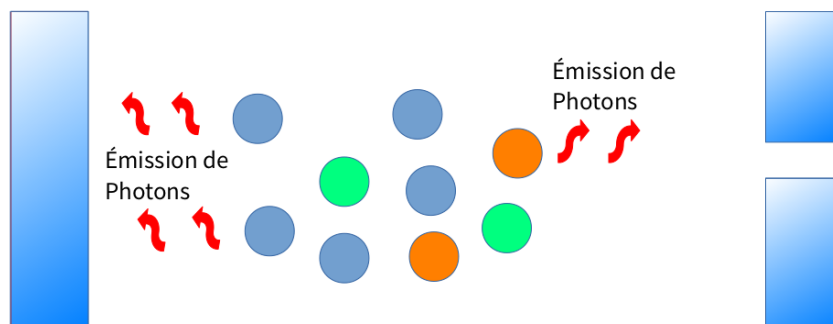
Le laser est une forme de lumière très ordonnée, les photons allant dans la même direction et avec la même longueur d'onde (infra rouge dans notre cas), permettant de "concentrer" l'énergie en un rayon.

### Génération du Laser

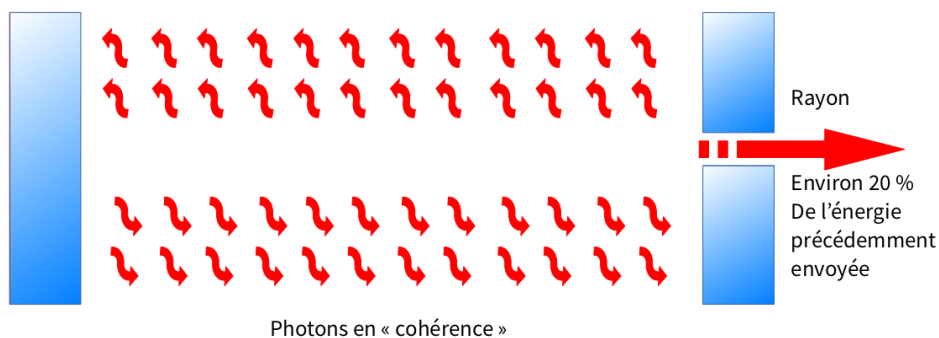
Le laser est généré dans un tube. Celui ci contient du gaz composé essentiellement d'atomes d'hydrogène, de dioxyde de carbone et d'hélium.



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).



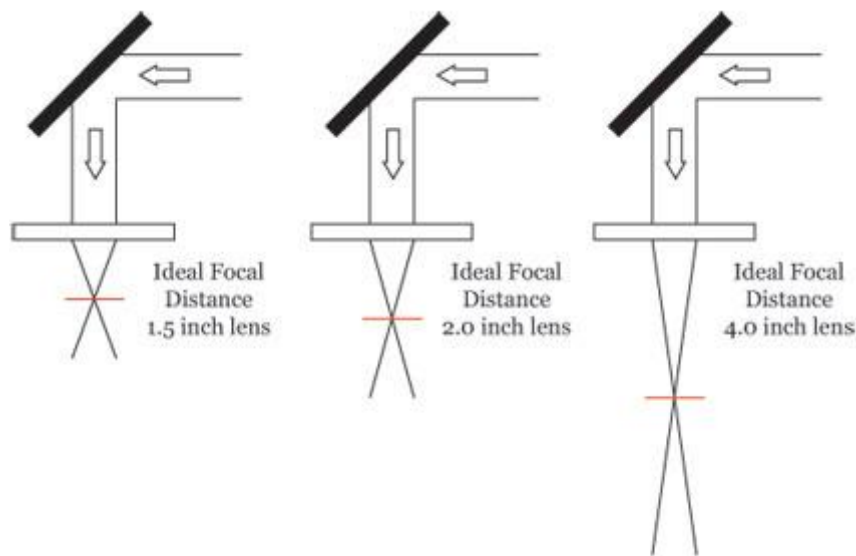
Ces photons auront la particularité d'être en cohérence. Puis, après un certain temps, ces photons seront libérés sous la forme de rayon à une extrémité du tube.



## 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).

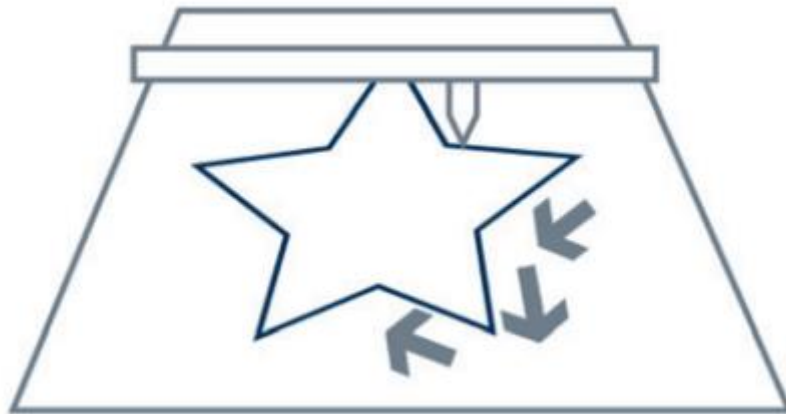


## Process

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.

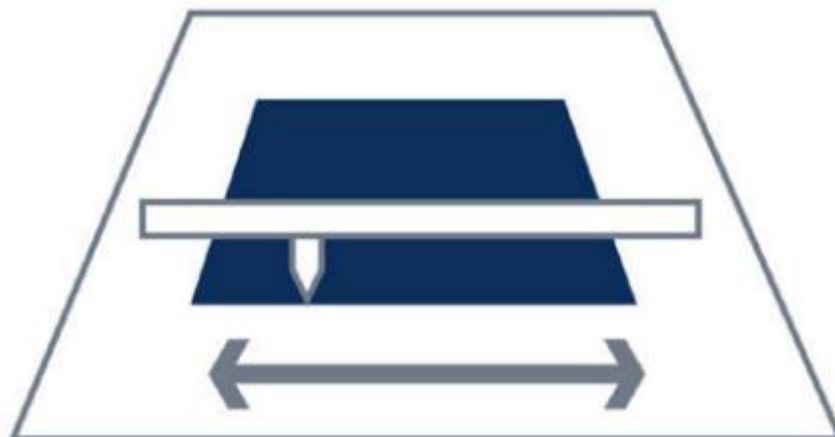
### La découpe et le marquage

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 Taiwanais 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

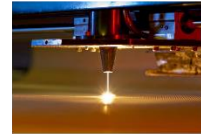


Conception 3D  
- Mise en plan



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



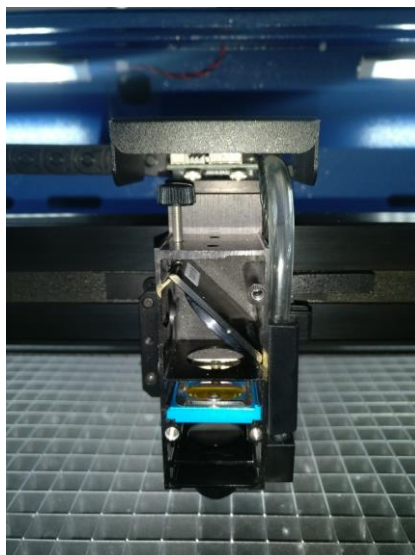
#	R	V	B	Energie
1 (Noir)	0	0	0	Gravure (max)
2 (Rouge)	255	0	0	Découpe (max)
3	0	255	0	Marquage (max)
4	255	255	0	
5	0	0	255	
6	255	0	255	
7	0	255	255	
8	255	128	128	
9	128	255	128	
10	255	255	128	
11	128	128	255	
12	255	128	255	
13	128	255	255	
14	128	128	128	
15	0	128	128	
16	128	128	0	Marquage (min)

## 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 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 :

