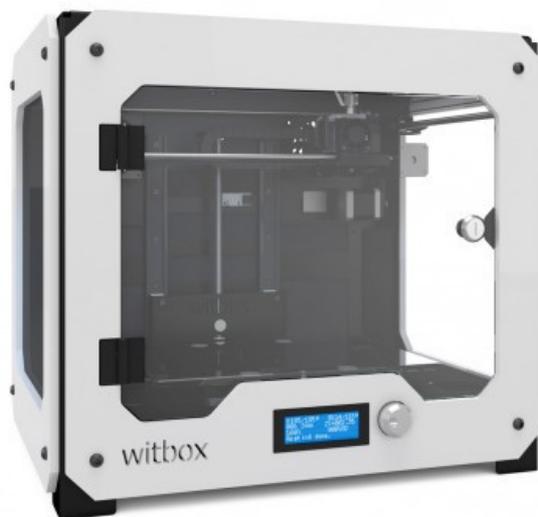


# Imprimante 3D et EPN



1.0

Sylvain DENIS

**Pédago-TIC**  
a.s.b.l.

01/08/2014

Licence de documentation libre GNU : <http://creativecommons.org/licenses/gnu-fdl/2.0/fr/>





# Table des matières

<b>Objectifs</b>	<b>5</b>
<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>I - Qu'est-ce que l'impression 3D ?</b>	<b>9</b>
A. Qu'est-ce que la fabrication numérique ?.....	<b>9</b>
B. Quels sont les types de procédés d'impression ?.....	<b>9</b>
1.Processus soustractif.....	<b>9</b>
2.Impression 3D personnelle.....	<b>11</b>
C. Quelques types d'imprimantes.....	<b>14</b>
D. Quels sont les matériaux utilisés ?.....	<b>19</b>
E. Quels sont les secteurs impactés ?.....	<b>21</b>
F. Droits d'auteur ? Licences ?.....	<b>23</b>
<b>-</b>	<b>25</b>
A. Dépassons le triptyque habituelle.....	<b>25</b>
B. Hybridation.....	<b>26</b>
C. Les nouveaux objectifs de l'EPN.....	<b>26</b>
D. Des outils à votre disposition.....	<b>26</b>
<b>-</b>	<b>27</b>
A. Comment ça marche ?.....	<b>27</b>
B. Les programmes 3D / CAD (pour ceux qui savent dessiner).....	<b>28</b>
C. Les modélisations à partir d'Internet.....	<b>30</b>
D. Convertir des modélisations 3D en fichiers d'impression 3D.....	<b>32</b>
1.Slic3r.....	<b>33</b>
<b>Références</b>	<b>39</b>





# Objectifs

- Connaître les programmes permettant de créer des modélisations 3D
- Connaître les sources permettant de télécharger des modélisations 3D sur Internet
- Connaître les techniques de numérisation
- Savoir préparer des modélisations 3D pour l'impression 3D





# Introduction

Impression 3D ? Qu'est-ce que c'est ? Tout le monde en parle !!!

Voulez savoir ce qu'est l'impression 3D et comment cela fonctionne ? Comment créer un modèle 3D ? Où trouver des modèles et comment les imprimer ?

Nous allons essayer de répondre à un maximum de vos questions.



# Qu'est-ce que l'impression 3D ?

Qu'est-ce que la fabrication numérique ?	9
Quels sont les types de procédés d'impression ?	9
Quelques types d'imprimantes	14
Quels sont les matériaux utilisés ?	19
Quels sont les secteurs impactés ?	21
Droits d'auteur ? Licences ?	23

## A. Qu'est-ce que la fabrication numérique ?



### **Définition**

Passer d'une idée à un prototype en utilisant les nouveaux outils de la fabrication numérique

## B. Quels sont les types de procédés d'impression ?

### **Technologies de fabrication numérique**

L'impression 3D fait partie de la famille des machines-outils à commande numérique (CNC).

La fonction de ces machines est d'exécuter une série d'instructions numériques afin de déplacer un outil sur plusieurs axes et ainsi transformer la matière.

### **1. Processus soustractif**

Dans un premier temps, nous allons voir les technologies qui utilisent les processus soustractifs.

On part d'un objet ayant un volume plus grand que le résultat souhaité, et on retire la matière.

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

## **Fraisage**

---



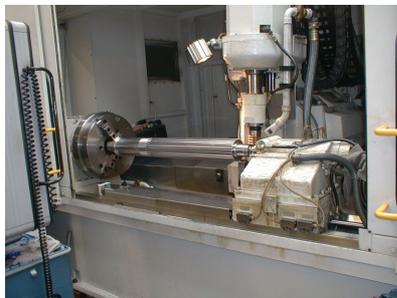
*Image 1 Fraise*

Le fraisage est un procédé de fabrication. Il se caractérise par le recours à une machine-outil : la fraiseuse. L'outil classiquement utilisé est la fraise.

En fraisage, l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : rotation de l'outil de coupe d'une part, et avancée de la pièce à usiner d'autre part.

## **Tour**

---



*Image 2 Tour*

Le tour est un mécanisme ou une machine-outil sur laquelle on peut fixer une pièce que l'on veut faire tourner sur elle-même pour la travailler.

## **Découpage laser**

---



*Image 3 Découpage Laser*

Le découpage laser est un procédé de fabrication qui utilise un laser pour découper la matière (métal, bois) grâce à la grande quantité d'énergie concentrée sur une très faible surface.



*Découpage Laser*

### **Avantages**

- Grande polyvalence par rapport au matériel. Il est possible d'utiliser des matériaux naturels tel que le bois et le marbre.
- Généralement très efficace en temps lorsque le matériel à soustraire est minime. Par exemple : fabriquer des dés en aluminium à partir de barres ayant un profil carré.
- Il est possible d'atteindre un très haut niveau de précision avec les différents outils.

### **Inconvénients**

- Le matériel soustrait est gaspillé (il peut être recyclé mais cela coûte cher). Les rebuts ont une valeur grandement réduite par rapport au matériel initial.
- Des algorithmes géométriques sophistiqués sont requis afin de produire une forme arbitraire. Comment déplacer un outil de découpe sur 5 axes (3 de position et 2 de rotation) afin de produire un engrenage ?
- Plusieurs passes sont souvent requises, avec des outils différents afin d'obtenir le résultat désiré.
- L'intervention humaine est souvent requise en cours de création

## **2. Impression 3D personnelle**

Processus par lequel un matériel est déposé, généralement une couche à la fois, afin de produire un objet représenté par modèle 3D

L'outil utilisé par la machine s'appelle un extrudeur thermoplastique.

Une tige de plastique, nommée filament, est fondue et déposée afin de produire la forme désirée.

Le terme anglais est « Fused Filament Fabrication »

ou

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

« Fused Deposition Modeling » (marque déposée)

Technologie inventée dans les années 1980 commercialisée dans les années 1990.

L'expiration des brevets a permis au projet RepRap de prendre son envol en 2008 en utilisant cette technologie.

Cela a ouvert les portes à cette technologie accessible à tous aujourd'hui.



*Extrudeuse thermoplastique*



### **Complément : Projet RepRap**

Le projet RepRap :

- Vise à produire des imprimantes qui peuvent produire leur propres pièces de plastique.
- Projet démarré par Adrian Bowyer en 2005, un chercheur britannique de l'Université de Bath au Royaume-Uni.
- Un premier prototype qui imprime une majorité de ses pièces est produit en 2008.
- Imite les processus biologiques de la symbiose, de l'évolution et de la reproduction.
- Le projet a publié les plans de plusieurs imprimantes 3D, incluant les premiers prototypes.
- Intègre régulièrement les bonnes idées et les plans de la communauté.
- Effectue présentement de la recherche afin d'améliorer la technologie : multi-couleur et multi-matériau, jet-d'encre, etc...
- Grande communauté grandissante autour du petit noyau.

Vous avez, certainement, déjà utilisé une extrudeuse, non ? ? ?



*Pistolet à colle*

---

### **Avantages**

- Flexibilité
  - Capacité de produire des objets sur mesure, sans outillage spécifique préalable.
  - Utile pour le prototypage, si un essai n'est pas bon, il est possible d'ajuster le modèle et de réimprimer rapidement.
- Collaboration et instantanéité
  - Des milliers de modèles imprimables sont disponibles sur Internet. Vous voulez un crochet pour votre manteau ? Allez sur [thingiverse.com](https://www.thingiverse.com/)<sup>1</sup>, téléchargez et imprimez.
- Coût
  - Il est parfois moins cher d'imprimer quelque-chose soit-même.
  - Permet d'imprimer des pièces de remplacement à des fins de réparation.
  - Gaspille très peu de plastique par rapport à l'objet final.
- Simplicité algorithmique
  - Le modèle est découpé en tranches minces en deux dimensions. Le reste du traitement est effectué sur ces tranches.

---

1 - <https://www.thingiverse.com/>

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

## **Inconvénients**

---

- Difficulté
  - Une imprimante bâtie à partir d'un kit demande de l'expertise et beaucoup de temps à assembler, mettre au point et à calibrer.
  - Une imprimante pré-construite coûte généralement plus chère.
  - Il y a beaucoup de pièces mobiles; les imprimantes peuvent être capricieuses.
    - Qualité et précision
  - Il est difficile de faire des très petites pièces.
  - La capacité à résoudre les petits détails est limitée.
  - La répétabilité du positionnement est généralement limitée par les courroies ou un autre défaut mécanique plutôt que par la résolution de la machine elle-même.

## **C. Quelques types d'imprimantes**

### **RepRap**

---

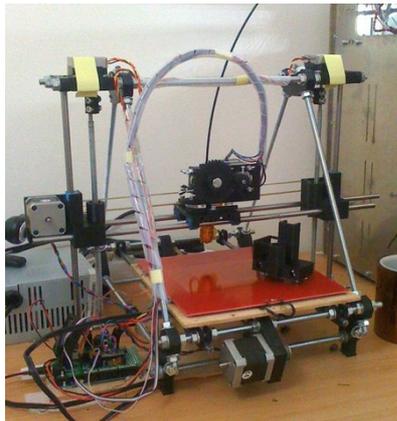


Image 4 RepRap

2005 : Initié par Adrian Bowyer Maître de conférence à l'Université de Bath  
Licence libre GNU-GPL  
Machine auto replicative  
Résolution de 300 à 100  $\mu\text{m}$   
environ 500 €  
<http://reprap.org/>

### **FoldaRap**

---

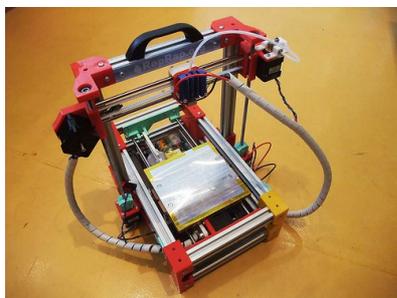


Image 5 FoldaRap

Une imprimante 3D pliante, à emporter partout !  
Coût : ~600 €  
Taille d'impression : 140mm x 140mm x 155mm (or 5.5"x5.5"x6.1")  
Précision : 0.1mm (100 microns est la hauteur de la couche la plus basse)  
Vitesse: 75-500 mm/s  
<http://fr.ulule.com/foldarap/>

---

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

## **Fab@Home**

---

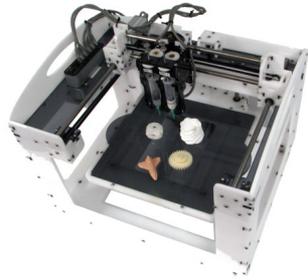


Image 6 Fab@Home

2006 : porté par les étudiants de l'Université de Cornell  
Licence libre GNU-GPL  
équipée de seringues  
grande variété de matériaux  
Résolution de 100  $\mu\text{m}$   
environ 4000 €  
<http://www.fabathome.org/><sup>2</sup>

## **MakerBot**

---



Image 7 MakerBot

2009 : lancement de la cupcake  
2013 : lancement de la Replicator 2X  
Vendue assemblée  
Résolution de 100  $\mu\text{m}$   
environ 2800 €  
<http://www.makerbot.com/>

## **Ultimaker 2**

---



Image 8 Ultimaker 2

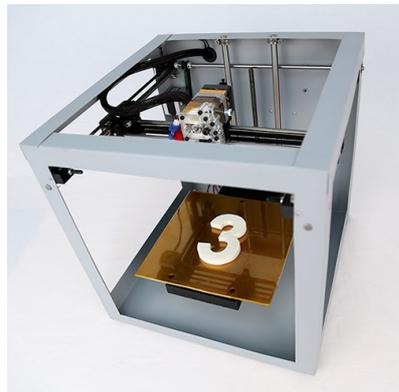
2011 : création de la société Ultimaker  
Licence libre GNU-GPL  
grande vitesse de déplacement de son extrudeur (séparé de la tête chauffante)  
Vendue assemblée  
Résolution de 20  $\mu\text{m}$   
environ 1800 €  
<https://www.ultimaker.com/>

2 - <http://www.fabathome.org/index.php?q=node/10>

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

## **Solidoodle**

---

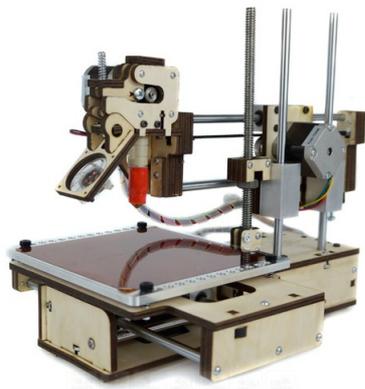


*Image 9 Solidoodle*

2011 : création de la société  
Solidoodle  
Licence libre GNU-GPL  
Vendue assemblée  
Résolution de 100  $\mu$ m  
environ 700 €  
<http://store.solidoodle.com/>

## **Printrbot Jr (v2)**

---



*Image 10 Printrbot Jr (v2)*

2011 : financement du projet  
Printrbot  
Licence libre GNU-GPL  
environ 400 €  
<http://printrbot.com>

## **Cube 3D System**

---



*Image 11 Cube 3D System*

équipée d'une interface tactile  
Connexion Wifi  
Résolution de 250  $\mu$ m  
environ 1600 €  
<http://cubify.com>

## Formlabs

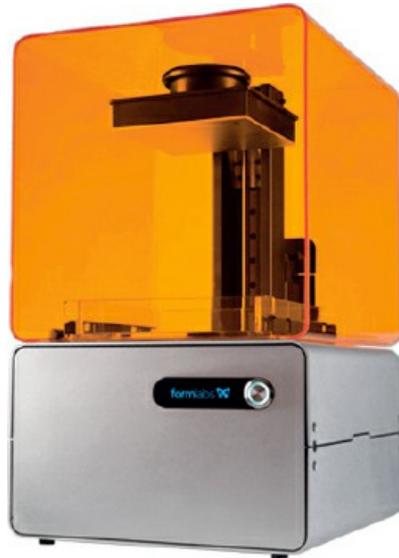


Image 12 Formlabs

2012 : financement du projet sur  
Kickstarter (3M\$)  
Utilise la stéréolithographie  
Résolution de 25  $\mu\text{m}$   
environ 3300 €  
<http://formlabs.com>

*La stéréolithographie est une technique dite de prototypage rapide, qui permet de fabriquer des objets solides à partir d'un modèle numérique. L'objet est obtenu par superposition de tranches fines de matière. Le développement industriel de cette technique date des années 1980 et fut initié aux États-Unis.*

## Witbox

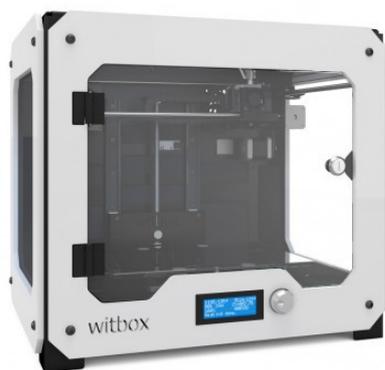


Image 13 Witbox

Taille d'impression DIN A 4 taille (21 x 29,7 cm) et 20 cm de haut.

Conception totalement fermée empêche l'accès accidentel pendant l'impression, minimise le bruit et maintient la chaleur constante à l'intérieur de l'imprimante.

Système de verrouillage de la porte d'entrée, ce qui le rend particulièrement sûr dans les environnements où il y a des enfants.

Avec le système d'impression inspiré de la courbe de Fibonacci (brevet en

instance). Le tube d'alimentation du filament est à l'intérieur de l'imprimante..

Le système comprend un débit d'air variable qui refroidit le plastique.

Impression à haute résolution, une précision de 50 microns.

Peut être utilisé avec des logiciels open source.

1690 €  
[bq.com](http://bq.com)<sup>3</sup>

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

### **Prusa i3 Hephestos**

---



Nouvelle imprimante de la firme BQ  
C'est la petite sœur de la Witbox  
499 €

*Image 14 Prusa i3 Hephestos*  
<http://www.bqreaders.com/fr/produits/prusa-hephestos.html>

### **Stylo 3D FreeSculpt FX1**

---



Stylo 3D pour dessiner en 3D  
70 €  
[pearl.fr](http://www.pearl.fr)<sup>4</sup>

*Image 15 Stylo 3D FreeSculpt FX1*

3 - <http://www.bqreaders.com/fr/impression-3d.html>

4 - [http://www.pearl.fr/peripheriques/impression-3d/stylos-3d/stylo-3d-freesculpt-fx1\\_PV8645.html](http://www.pearl.fr/peripheriques/impression-3d/stylos-3d/stylo-3d-freesculpt-fx1_PV8645.html)

## D. Quels sont les matériaux utilisés ?



Image 16 Matériaux

On peut également imprimer avec du béton ou encore de la nourriture.

### ***Les bobines de filament en plastique - ABS***



Image 17 bobines

L'ABS est un polymère thermoplastique. On retrouve ce plastique dans de nombreux objets de notre quotidien. Il ramollit à 90°, commence à fondre à 180° et est réellement travaillé vers 230°.

Attention : lorsqu'il est chauffé, il dégage des vapeurs toxiques !

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

## Les bobines de filament en plastique - PLA

### PLA 3.0mm 1.5kg/spool



Image 18 Bobines PLA

Le PLA est biodégradable et issu de matériaux recyclés. Il peut être obtenu à partir d'amidon de maïs.

Il ramollit autour de 50°, commence à fondre à 160° et est réellement travaillé à 180°.

## Extrudeuse Filament

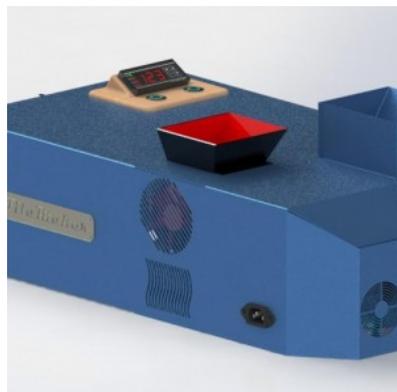


Image 19 KIT Extruder

Il existe, aujourd'hui du matériel qui permet de créer son filament à partir de déchet plastique. C'est encore assez cher.

1200 €

<http://filamaker.eu/product/filamaker/>

## E. Quels sont les secteurs impactés ?

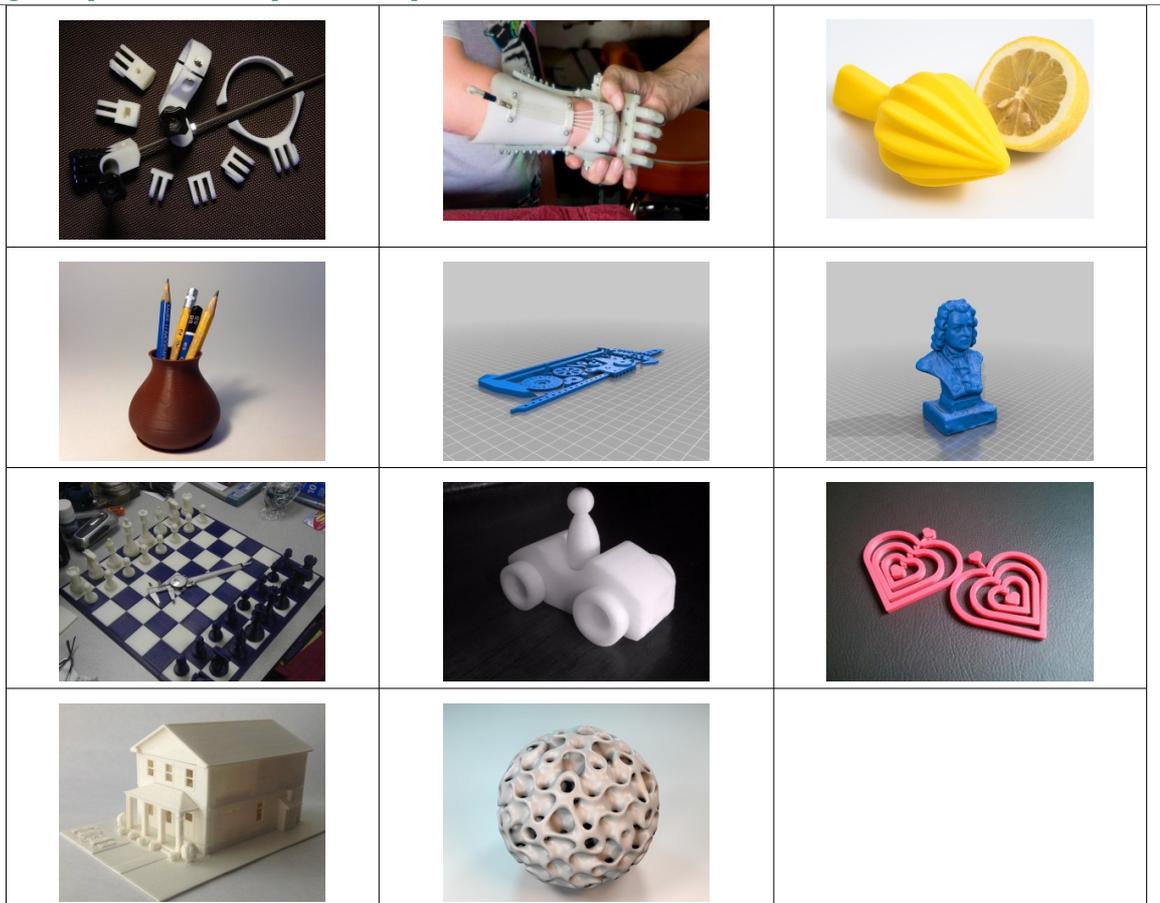


Beaucoup de secteurs sont touchés par les imprimantes 3D

Image 20 Secteurs

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

### **Quelques exemples de pièces**



## F. Droits d'auteur ? Licences ?



### **Attention**

Il est de bon ton de distinguer les cas de contenus libres de droit des cas de contenus protégés par le droit des propriétés intellectuelles. Contrairement à ce que cela pourrait laisser supposer, libre de droit ne signifie pas absence de droit.

### **Bouleversement juridique**

Les questionnements juridiques liés à l'impression 3D concernent surtout les dessins et modèles protégés par le droit de la propriété intellectuelle. Force est de constater qu'aucune législation spécifique n'encadre le droit des créations d'objets par impression 3D. C'est pourquoi le droit intellectuel "classique" trouve en général à s'appliquer.

En d'autres termes, cela signifie que, pour que soit contestée la vente d'objets issus de l'impression 3D et représentant un contenu susceptible d'être couvert par le droit d'auteur, il faut attendre que les ayants droit (détenteur du droit d'auteur) se manifestent.

On peut alors légitimement se demander en quoi les dispositions relatives aux dessins et modèles seraient à même de concerner l'impression d'objet 3D.

Voici quelques articles du Code de la propriété intellectuelle valable également en Belgique :

**article L. 511-1** : « peut être protégée à titre de dessin ou modèle l'apparence d'un produit, ou d'une partie de produit, caractérisée en particulier par ses lignes, ses contours, ses couleurs, sa forme, sa texture ou ses matériaux. »

**article L.511-2** : « est regardé comme un produit tout objet industriel ou artisanal, notamment les pièces conçues pour être assemblées en un produit complexe, les emballages, les présentations, les symboles graphiques et les caractères typographiques, à l'exclusion toutefois des programmes d'ordinateur ».

A ce titre, les objets en trois dimensions sont des objets protégés par le droit des dessins et modèles dès lors qu'ils font l'objet d'un enregistrement (article L. 511-9 Code de la propriété intellectuelle).

**article L. 513-2** : « l'enregistrement d'un dessin ou modèle concède un droit de propriété au demandeur à l'enregistrement portant sur le dessin ou modèle en cause ».

**article L. 513-4** : « sont interdits, à défaut du consentement du propriétaire du dessin ou modèle, la fabrication, l'offre, la mise sur le marché, l'importation, l'exportation, l'utilisation, ou la détention à ces fins, d'un produit incorporant le dessin ou modèle ».

**article 513-6 a** : « la protection conférée par le droit des dessins et modèles ne s'applique pas pour des reproductions faites à titre privé dans un but non-commercial. On peut légitimement considérer l'impression d'objet 3D, enregistré à titre de dessin ou modèle, comme la fabrication d'une copie sans le consentement du propriétaire du dessin ou modèle. Si ces objets sont par la suite commercialisés, l'atteinte est dès lors qualifiée ».

**article L. 521-1** : « les actes définis à l'article L. 513-4 constituent une contrefaçon engageant la responsabilité civile de son auteur ».

On peut donc logiquement conclure que même en l'absence de dispositions propres à l'impression 3D d'objets protégés par le droit des marques et dessins, le code de la propriété intellectuelle est voué à s'appliquer et que la fabrication de ces objets, en

Qu'est-ce que l'impression 3D ?

vue d'une commercialisation, constitue une atteinte au droit de propriété du titulaire de l'enregistrement qui peut dès lors engager une action en contrefaçon de dessin ou modèle.



## Rappel : Licences Creative Commons

Licences Creative Commons, leur code et leur symbole<sup>1,2</sup>

Désignation complète du contrat	Terme abrégé désignant la licence	Symboles désignant la licence	Type de licence
Paternité	CC-BY		Licence libre non copyleft
Paternité Partage des conditions initiales à l'identique	CC-BY-SA		Licence libre copyleft
Paternité Pas de modification	CC-BY-ND		Licence de libre diffusion
Paternité Pas d'utilisation commerciale	CC-BY-NC		Licence de libre diffusion
Paternité Pas d'utilisation commerciale Partage des conditions initiales à l'identique	CC-BY-NC-SA		Licence de libre diffusion
Paternité Pas d'utilisation commerciale Pas de modification	CC-BY-NC-ND		Licence de libre diffusion

**Paternité [BY] (Attribution)** : l'œuvre peut être librement utilisée, à la condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom.

**Pas d'utilisation commerciale [NC] (Noncommercial)** : le titulaire de droits peut autoriser tous les types d'utilisation ou au contraire restreindre aux utilisations non commerciales (les utilisations commerciales restant soumises à son autorisation).

**Pas de modification [ND] (NoDerivs)** : le titulaire de droits peut continuer à réserver la faculté de réaliser des œuvres de type dérivées ou au contraire autoriser à l'avance les modifications, traductions.

**Partage des conditions initiales à l'identique [SA] (ShareAlike)** : le titulaire des droits peut autoriser à l'avance les modifications ; peut se superposer l'obligation (SA) pour les œuvres dites dérivées d'être proposées au public avec les mêmes libertés (sous les mêmes options Creative Commons) que l'œuvre originale.

Licences Creative Commons

# Pourquoi l'imprimante 3D en EPN ?

Dépassons le triptyque habituelle	25
Hybridation	26
Les nouveaux objectifs de l'EPN	26
Des outils à votre disposition	26

Un espace public numérique est un espace d'apprentissage et de médiation des usages numériques, qui a vocation de favoriser la participation citoyenne de tous à la Société de l'information. L'espace propose des services diversifiés d'accès, de formation et d'accompagnement, adaptés aux besoins de ses publics. Spécialisé ou généraliste, fixe ou mobile, l'espace est intégré à la vie locale et contribue à l'animation numérique de son territoire

## A. Dépassons le triptyque habituelle

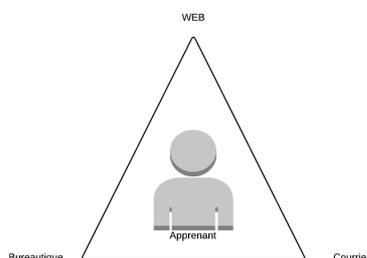


Image 21 Triangle de formation

Nous devons sortir de ce format de formation habituel

## B. Hybridation

Aujourd'hui, il n'y a pas que l'informatique. Tout tourne autour de ce média, tout est relié. Avec l'imprimante 3d, nous rentrons dans un nouveau monde où l'on n'est plus seulement consommateur mais acteur.

On parle de :

**consommateur**

## C. Les nouveaux objectifs de l'EPN

### ***L'EPN, un nouveau Fablab ?***

---

- Mettre en capacité, être acteur plutôt que consommateur
- Les fablab mettent en avant le « faire » en testant, expérimentant, en laissant le droit à l'erreur en valorisant les approches collaboratives.
- Mettre en pratique et valoriser l'innovation ascendante
- Fonctionnement horizontal favorisant les échanges et la mutualisation

Les EPN sont là pour fournir un accès libre et ouvert à l'information, aux technologies et aux idées.

Se transformer en FabLab offrira à la communauté la possibilité d'avoir un accès à cette technologie qui change le monde et qui évolue sans cesse.

## D. Des outils à votre disposition

le site :

**MEDIT moi un FabLab**

*Le site d'un projet pour FabLab*

propose un excellent jeu pour créer un FabLab. Une bonne approche pour votre EPN.

*<http://meditmoiunfablab.wordpress.com/2013/03/10/cree-ton-fablab-le-jeu-a-imprimer/>*

# En quoi consiste les modélisations 3D ?

Comment ça marche ?	27
Les programmes 3D / CAD (pour ceux qui savent dessiner)	28
Les modélisations à partir d'Internet	30
Convertir des modélisations 3D en fichiers d'impression 3D	32

## A. Comment ça marche ?

**INFOS GRAPHIQUES**

### Imprimantes 3D : comment ça marche ?

Telle une petite usine à la maison, l'imprimante 3D permet de fabriquer des objets en plastique. Inabordable jusqu'à récemment, elle devient accessible aux particuliers.

**Le fonctionnement**

- 1 Création du modèle 3D sur ordinateur**  
Dessin de l'objet dans un logiciel 3D comme Google SketchUp.  
Téléchargement de modèles créés par des fabricants ou partagés en ligne par des passionnés.
- 2 Lancement de l'impression**  
Le processus de création de l'objet peut prendre de quelques minutes à plusieurs heures, selon la taille et la complexité du modèle.
- 3 Bobines**  
Les bobines de filament en plastique sont la matière première de l'objet. Elles sont l'équivalent des cartouches d'encre des imprimantes papier. Les imprimantes les moins chères sont monochromes et n'exploitent qu'une bobine à la fois.
- 4 5 Extrudeur**  
Il s'agit de la tête d'impression. Un moteur pousse le filament de plastique vers le bout de la tête, où il est chauffé à plus de 200 °C pour le rendre malléable. L'extrudeur dépose le plastique sur la plaque par couches successives d'une épaisseur de 0,1 mm.
- 6 Mouvements de va-et-vient**  
Les mouvements horizontaux de la tête et verticaux de la plaque permettent de dessiner la forme de l'objet.

**Un marché en plein essor**

Une poignée de fabricants se partagent ce marché naissant. Les prix s'étalent d'environ 200 \$ à 3 000 \$, il existe même des kits à monter soi-même. Certains imprimantes acceptent d'autres matières que le plastique, comme le silicone, ou même des aliments (fromage, chocolat, etc.).

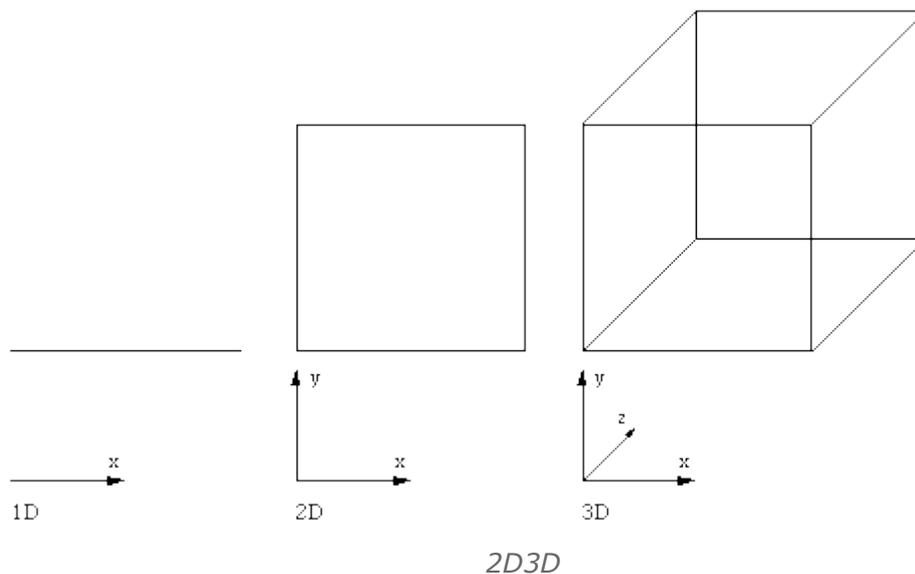
37 | Recherche : ide.fr | Design : Arnaud Baty et ide.fr | 2014

Imprimantes 3d : Comment ça marche ?

En quoi consiste les modélisations 3D ?



## Rappel : Différence entre 2D et 3D



## B. Les programmes 3D / CAD (pour ceux qui savent dessiner)

*Voici une liste de logiciels en ligne ou à installer pour celles et ceux qui savent dessiner.*



Image 22 Google Sketchup

Google Sketchup (à télécharger)  
<http://www.sketchup.com/fr>

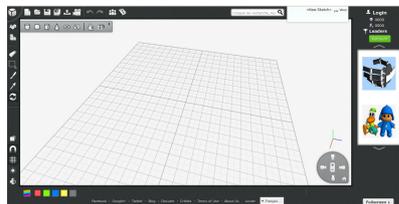


Image 23 3DTin

3DTin (en ligne)  
<http://www.3dtin.com>



Image 24 Cookies Caster

Cookie Caster (en ligne)  
Réalisez vos propres moules de découpes pour vos cookies  
<http://cookiecaster.com/>

En quoi consiste les modélisations 3D ?



CookieCaster logiciel



Image 25 Tinkercad

Tinkercad (en ligne)

<https://www.tinkercad.com/>



Image 26 Blender

Blender (à installer)

<http://www.blender.org>

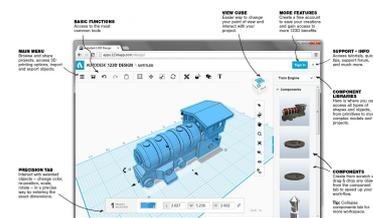


Image 27 AUTODESK 123D

AUTODESK 123D (en ligne)

<http://www.123dapp.com/>

En quoi consiste les modélisations 3D ?



Image 28 FreeCAD

FreeCad (à installer)  
<http://www.freecadweb.org/>

## C. Les modélisations à partir d'Internet

Si vous ne savez pas dessiner, il existe des sites où vous pouvez trouver des modèles.

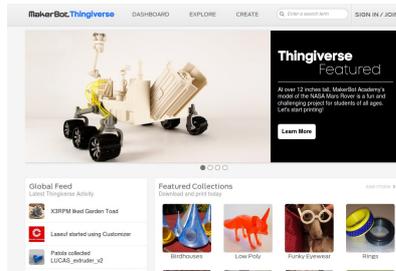


Image 29 Thingiverse

Thingiverse  
<http://www.thingiverse.com/>



Image 30 YouMagine

YouMagine  
<https://www.youmagine.com/>

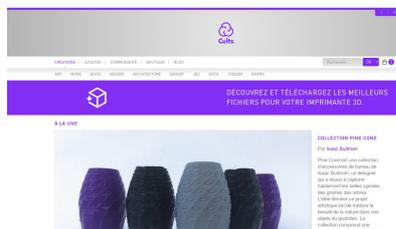


Image 31 Cults

Cults  
<http://fr.cults3d.com/>

---

En quoi consiste les modélisations 3D ?



Image 32 3D Warehouse

Moteur de recherche pour pièce 3D  
3D Warehouse  
<https://3dwarehouse.sketchup.com/>

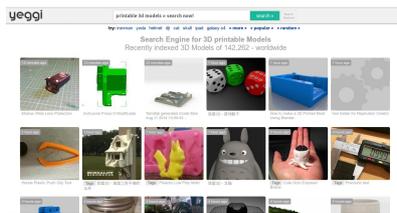


Image 33 Yeggi

Moteur de recherche  
<http://www.yeggi.com/>

## ***Vous n'avez pas d'imprimante ?***

Si vous n'avez pas accès à une imprimante 3D, un fablab ou autre, vous pouvez également passer par des sites pour commander des impressions de vos modèles ou des modèles trouvés sur le net.



Image 34 sculpteo

sculpteo.com  
<http://www.sculpteo.com/fr/>

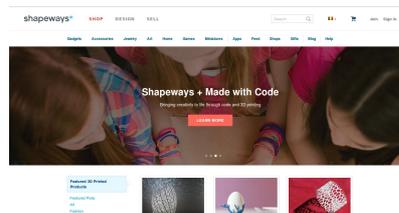


Image 35 shapeways

shapeways  
<http://www.shapeways.com/>



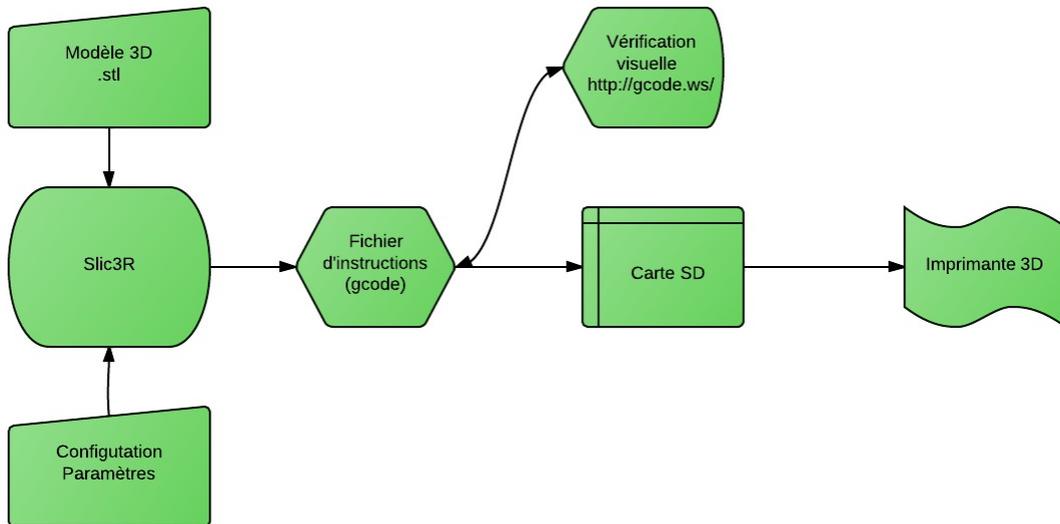
Image 36 Ponoko

ponoko  
<https://www.ponoko.com/>

## D. Convertir des modélisations 3D en fichiers d'impression 3D

### *Mon canal d'impression 3D*

---



*Modèle pour l'impression 3D*

---

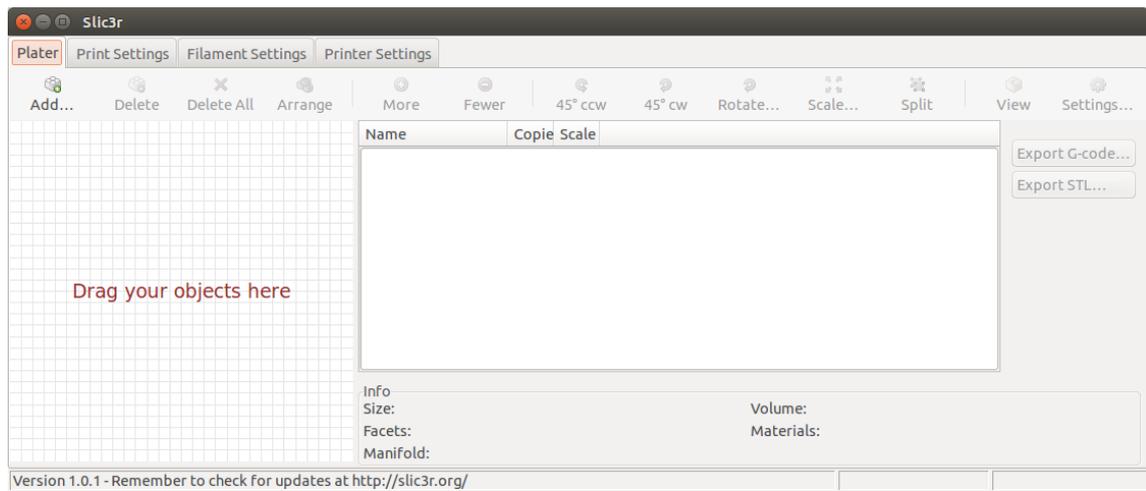
En quoi consiste les modélisations 3D ?

## **Pas-à-Pas**

Vous avez trouvé un fichier un imprimer sur un site (ou bien vous l'avez créé).  
Nous allons utiliser le logiciel Slic3R (logiciel libre multiplateforme)

### **1. Slic3r**

#### **Onglet : Plater**



Dans cet onglet vous pouvez ajouter les modèles à imprimer. Vous verrez ainsi dans la grille votre objet, positionné sur le plateau. Cette grille représente le plateau de votre machine.

Pour ajouter un fichier, il suffit de cliquer sur Add., ou bien plus simplement de faire glisser votre modèle depuis votre ordinateur directement dans la grille.

Quand vous avez placé votre objet, il est possible d'en ajouter d'autres, d'en supprimer en cas d'erreur, de faire tourner l'objet sélectionné de 45° (sens anti horaire ou horaire), de le faire tourner de l'angle voulu (Rotate), de changer l'échelle (scale | 0-99% : diminution de l'échelle et >100% : augmentation de l'échelle), de découper l'objet en plusieurs parties (Split).

Vous pouvez arranger les objets sur le plateau comme vous le souhaitez.

Lorsque vous avez fini, il suffit d'appuyer sur Export G-code pour obtenir votre fichier G-code.

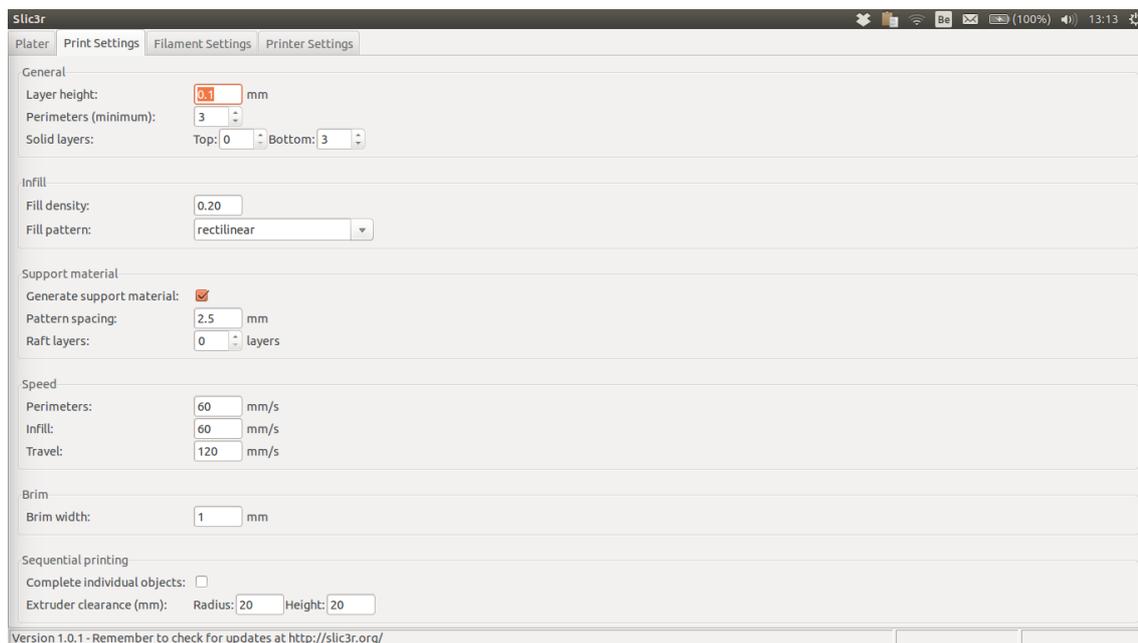


#### **Remarque**

Si vous avez inséré le fichier de configuration de votre imprimante, vous n'avez presque rien à régler.

En quoi consiste les modélisations 3D ?

## Onglet : Print Settings



### Layer Height (hauteur des couches)

Ce réglage est important et doit être compatible avec le diamètre de la buse d'extrusion. Pour une buse standard de 0.5mm, je vous conseille d'utiliser 0.3mm. Il est déconseillé d'aller au dessus de 0.4mm (l'état de surface sera beaucoup moins bon), et de ne pas aller en dessous de 0.1mm, les bénéfices seront moindres, et les impressions beaucoup plus longues ! (plus les couches sont fines, plus il faut de couches pour atteindre la hauteur désirée...).

### Perimeters (périmètre)

Nombre de périmètres (avec 3, l'imprimante fera 3 périmètres avant de commencer le remplissage). Si ce n'est pas possible pour certains objets, Slic3r en fera moins.

### Fill density

Pourcentage de remplissage de l'objet. 0.4 correspond à 40%. Plus vous mettez un nombre élevé, plus votre objet sera solide. Cependant, l'impression sera beaucoup plus longue.

### Fill pattern (type de remplissage utilisé)

Cela correspond en gros à la forme qui sera dessinée pour remplir l'objet. En général, on utilise rectilinéaire, ou nids d'abeille (honeycomb). Ce schéma de remplissage influera sur la solidité de l'objet. Pour la majorité de vos impressions, prenez l'un des deux, vous ne verrez pas la différence.

### Brim

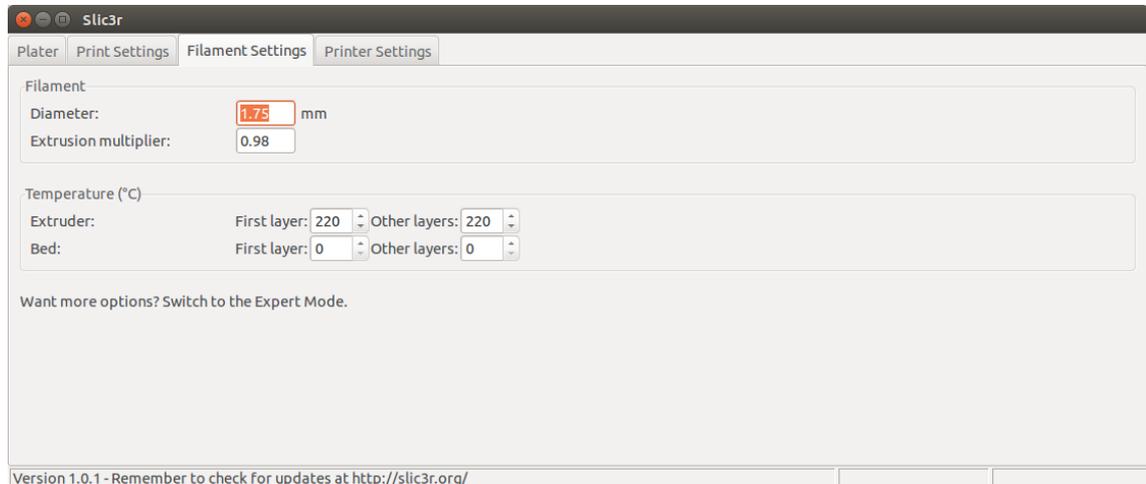
Comme expliqué plus haut, brim « permet de réaliser un périmètre un petit peu surélevé, dans le but d'agrandir la surface d'adhérence et d'éviter les déformations. »

Brim width : Cette explication vous paraît un peu floue ? Ce n'est pas grave, car si pour les utilisateurs de PLA ce paramètre n'est pas important. Pour l'ABS, 3mm permet d'avoir une bonne adhésion.

### Raft layers

Pour faire des couches pleines de matériau support. Utile pour la première couche.

## Onglet : Filament Settings



### Diameter

Ce paramètre est important, car si vous ne mettez pas le bon diamètre, le débit de plastique réel ne sera pas le même que le débit de plastique théorique.

### Extrusion multiplicier

Permet d'affecter une correction sur le diamètre du filament. Ne touchez pas à ce paramètre, réglez celui du dessus le plus précisément possible.

### Temperature

Cette partie permet de régler les différentes températures. Ne la négligez pas, c'est l'une des parties les plus importantes !

### Extruder

Régler la température d'extrusion du plastique. Demandez à votre fournisseur de plastique quelle est la température préconisée, et améliorez vous même le réglage en fonction de vos résultats d'impression. Une température trop haute réduira le niveau de détails et détériorera les formes géométriques (le plastique sera plus long à refroidir lors de sa dépose);

### Bed

Le lit chauffant permet de faire adhérer la première couche. Toutes les imprimantes n'en ont pas forcément.

#### Conseil

Pour du PLA (cela marche pour les différents fournisseurs), mettre du Tape Kapton, nettoyer à l'acétone le lit, et faire chauffer à 57 degrés.

En quoi consiste les modélisations 3D ?

## Onglet : Printer Settings

The screenshot shows the 'Printer Settings' tab in the Slic3r software. It is divided into several sections:

- Size and coordinates:** Includes input fields for 'Bed size' (x: 500, y: 220 mm), 'Print center' (x: 150, y: 105 mm), and 'Z offset' (0 mm).
- Firmware:** A dropdown menu for 'G-code flavor' set to 'RepRap (Marlin/Sprinter/Repetier)'.
- Extruder:** An input field for 'Nozzle diameter' set to 0.4 mm.
- Retraction:** Input fields for 'Length' (1 mm) and 'Lift Z' (0 mm).
- Start G-code:** A text area containing: G28 ; home all axes, M106 S255;, G1 Z200 F1200 ; lift nozzle.
- End G-code:** A text area containing: M104 S0 ; turn off temperature, G28 X0 ; home X axis, G1 Z200 F1200 ; lift nozzle, M84 ; disable motors.

At the bottom, it says 'Version 1.0.1 - Remember to check for updates at <http://slic3r.org/>'.

### Size and coordinates

#### Bed size

Taille de votre lit d'impression (en mm).

#### Print center

Milieu de l'impression. Par défaut, le point correspondant sera à la moitié de X et à la moitié de Y.

#### Z offset

Permet de décaler l'origine de l'axe Z. Si vous rajoutez une plaque sur votre lit d'impression, alors vous devrez mettre un Z offset qui correspond à l'épaisseur de la plaque. Ainsi, pas la peine de bouger les capteurs de fin de course, ou bien de réajuster la hauteur de votre axe Z.

#### Firmware

##### G-code flavor

Vous pouvez choisir quel est votre type de machine (Reprap, etc), en disant à Slic3r le firmware à utiliser.

*Use relative E distances* : si cette case est cochée, le mouvement de l'extruder sera modifié en fonction de la précédente position (de manière relative), au lieu d'avoir un mouvement absolu.

Une fois que vous avez tout configuré, puis réglé votre pièce, vous n'avez plus qu'à générer le gcode.

Voir onglet "Plater"

### **Vérification de votre pièce**

---

Un très bon site a été créé pour tester votre pièce et la valider :

*gcode.ws*<sup>5</sup>

Je sais ce que vous allez me dire, c'est sur internet, et comment fait-on si on a plus d'accès.

Pas d'inquiétude, vous pouvez télécharger les sources, et donc travailler sans connexion internet.

Vous pouvez le télécharger ici : <https://github.com/hudbrog/gCodeViewer>

gcode va non seulement tester votre fichier mais va également estimer la quantité de filament qui va être utilisée, le grammage et le temps que vous allez devoir patienter.

\* \*

\*

Allez-y !!! lancez-vous, faites des erreurs, partagez

5 - <http://gcode.ws/>





# Références

- [3DVF] <http://www.3dvf.com/dossier-616-1-impression-3d-en-ligne.html>
- [*Blog DMI - Imprimantes 3D : une impression de révolution*] <http://www.blog-dmi.com/impression3d/>
- [*Impression 3D en EPN*] <http://fr.slideshare.net/julanimtic/impression-3d-en-epn>
- [*Impression tridimensionnelle*] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Impression\\_tridimensionnelle#Aspects\\_juridiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Impression_tridimensionnelle#Aspects_juridiques)
- [*imprimante-3d*] Construire une maison avec une imprimante 3D  
<http://www.imprimante-3d.be/construire-une-maison-avec-une-imprimante-3d/>
- [*LinkIPIT - Impression 3D et droits de propriété intellectuelle : vers une responsabilisation des intermédiaires*] <http://www.linkipit.com/?p=210>