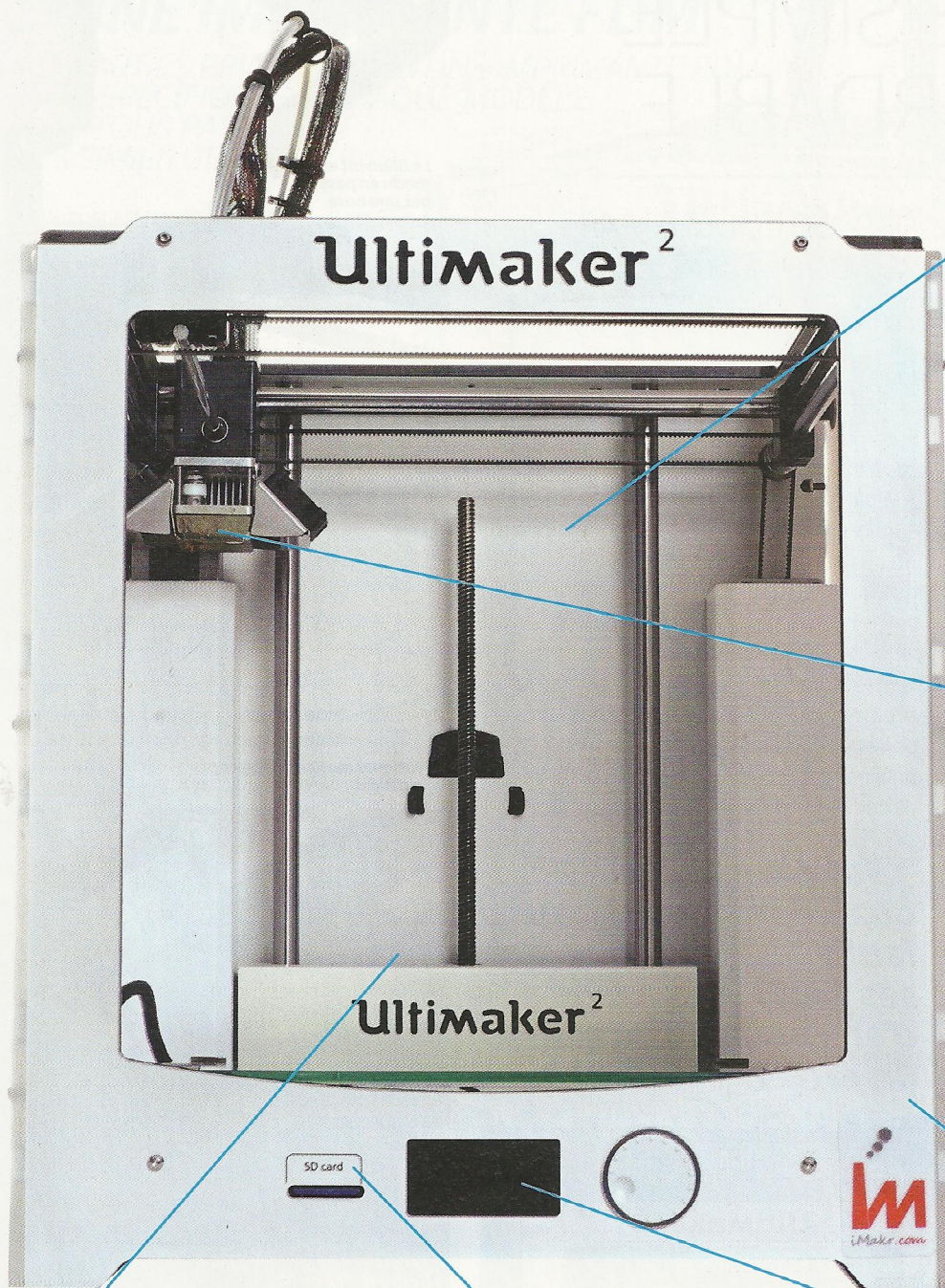


# ANATOMIE D'UNE IMPRIMANTE 3D



## CHAMBRE D'IMPRESSION

Cloisonner la zone d'impression permet d'améliorer la qualité du produit final, en contrôlant plus précisément la température autour du modèle afin que les filaments se solidifient uniformément.



## EXTRUDEUR

Un moteur pas-à-pas fait passer le filament par une buse chauffée. Le plastique fond dans la buse, juste assez pour coller au modèle en cours d'impression.

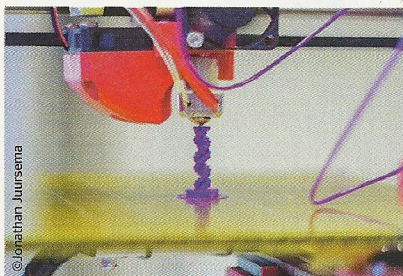


## FILAMENT

C'est "l'encre" de l'imprimante 3D. Les plastiques ABS et PLA sont les plus courants, mais il existe des filaments conducteurs d'électricité ou qui changent de couleur suivant la température.

## PLATEAU

La taille maximale du modèle est déterminée par celle du plateau. La plupart des imprimantes ont un plateau chauffé pour accrocher la première couche de plastique.



## DONNÉES

Pour transférer les instructions d'impression du modèle, les imprimantes 3D acceptent des données via un port USB ou SD, ou directement depuis un ordinateur connecté.



## AFFICHAGE

Un écran LCD indique la progression de l'impression et permet d'effectuer quelques réglages. Certaines imprimantes d'entrée de gamme en sont dépourvues.



# IMPRIMANTES SLA LES POINTS COMMUNS ENTRE LES MODÈLES.

Le boîtier orange filtre la lumière bleue qui fige la résine. Sans ce filtre, votre modèle ne se solidifierait pas complètement.

Le matériau de support sert à séparer le modèle du plateau et supporte les parties en saillie.



Ce plateau est mobile verticalement et extrait l'objet du bain de résine.

Le récipient où est placée la résine avant qu'elle ne soit solidifiée.

Le laser de cette imprimante est placé en dessous et est projeté vers le haut dans la cuve de résine pour figer chaque couche.

35

## LES IMPRIMANTES À RÉSINE

### FAMILIARISEZ-VOUS AVEC LES MÉCANISMES.

Les deux types de machines produisent rapidement des objets uniques - certains peuvent prendre moins d'une heure à faire. Les détails capturés sont aussi incroyablement fins, jusqu'à une précision de 0,3 mm, bien plus que les autres types d'imprimantes. Les SLA et les DLP utilisant de la résine, il est également possible d'obtenir des objets translucides avec des lignes de couches minimales. Il est possible d'acheter des imprimantes SLA pour usage domestique, aussi si la précision et le détail sont plus importants pour vous que la fonctionnalité, c'est sans doute votre meilleure option.

### LA QUESTION DU BUDGET

Le principal problème est lié au coût élevé de la résine, mais vu qu'elle est réutilisable, vous ne perdez pas tout le volume utilisé à chaque impression. Les deux imprimantes nécessitent aussi du matériau de support qui doit être retiré après impression, soit manuellement, soit dans un bain chimique. Les lasers et les projecteurs peuvent aussi être coûteux à remplacer - même si c'est peu fréquent, c'est un budget à prendre en considération.

### PLUS

- Capture les petits détails.
- Les couches sont très fines, donc la finition de sortie est plutôt bonne.
- Imprime rapidement de petits éléments.

### MOINS

- Des machines coûteuses, tout comme leur entretien.
- Les matériaux de supports sont à retirer avec des produits chimiques.
- La résine est aussi coûteuse.

## PLA

### OBJETS COMPLEXES ET PROPRES

Bien que ce ne soit certainement pas un aspect déterminant, il faut savoir que le PLA dégage une bien meilleure odeur que l'ABS pendant l'extrusion. Nous recommandons évidemment de placer votre imprimante 3D dans un environnement bien ventilé.

Le PLA est un polymère qui fond à une température relativement basse et commence à devenir malléable aux alentours de 60 degrés Celsius. Son utilisation en est ainsi limitée, un objet imprimé en PLA devenant rapidement mou à une température moyennement élevée.

Le PLA est un plastique biodégradable et compostable, résistant à l'eau - et donc adapté à des utilisations extérieures.

Il est cependant plus fragile que ses alternatives, ce qu'il faut évidemment bien prendre en compte suivant l'utilisation prévue de votre objet 3D. Malgré tout, on peut imprimer un objet détaillé en PLA, peu enclin à la déformation.

En résumé, si vous cherchez à imprimer quelque chose de complexe et décoratif, optez pour le PLA... mais gardez votre objet au frais !



*Les filaments PLA sont plus adaptés pour des impressions détaillées, mais ils sont plus fragiles.*

## ABS

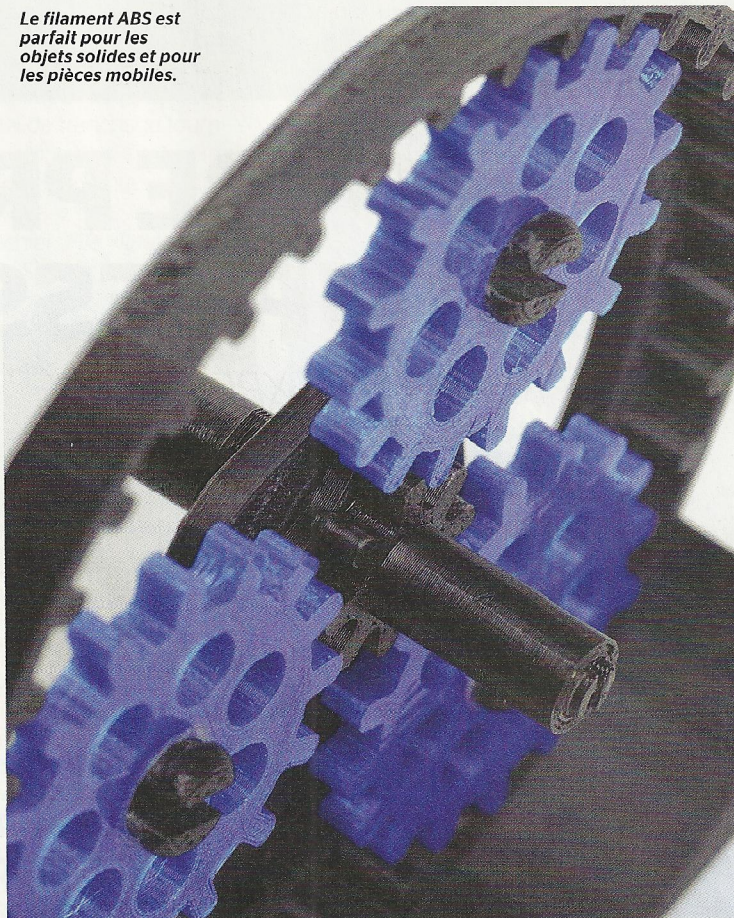
### ROBUSTE, HAUT POINT DE FUSION

L'ABS est l'autre filament populaire sur le marché. Il n'a pas la précision ou la stabilité de son concurrent sur certaines imprimantes, mais il bénéficie d'un point de fusion plus élevé et d'une constitution plus robuste. Vous pouvez le laisser au soleil : il ne va pas se ramollir sous les 90° Celsius.

Notez cependant que si l'ABS est plus résistant que le PLA, il n'est pas pour autant invulnérable. Comme tout ce qui est en plastique, il est loin d'être aussi résistant que le métal, donc les objets imprimés en PLA et en ABS doivent être manipulés avec précaution. Reste que l'ABS, imprimé soigneusement, risque moins de casser sous la pression que le PLA. De plus, sachez que l'ABS sent fort pendant l'extrusion, avec une odeur assez désagréable. Ce n'est pas une matière biodégradable, contrairement à son concurrent, plus écologique.

En résumé, si vous voulez imprimer quelque chose de relativement solide avec un point de fusion élevé, optez pour l'ABS. Parfait pour toutes sortes d'ustensiles, de jouets, etc.

*Le filament ABS est parfait pour les objets solides et pour les pièces mobiles.*





# LEXIQUE

## LE VOCABULAIRE ET LA TERMINOLOGIE DE L'IMPRESSION 3D.

### ABS

L'acrylonitrile butadiène styrène est un polymère thermoplastique non biodégradable très courant.

### CAD

CAD (*Computer-Aided Design*, design assisté par ordinateur) : des technologies et logiciels de conception 3D virtuelle.

### Carte SD

Support de stockage externe le plus couramment utilisé sur les imprimantes 3D avec les ports USB.

### Coque

La surface externe d'un objet 3D.

### Effilage

Réduire l'épaisseur d'un objet à une extrémité.

### Épaisseur

L'épaisseur de la paroi externe de votre objet. Doit faire au moins 1 mm pour être bien imprimée.

### Extrudeur

La partie d'une imprimante 3D qui fond et extrude le filament par une buse chauffée.

### FDM

FDM (*Fuse Deposition Modeling*, modelage par dépôt de matière en fusion) : une technique d'impression 3D développée par Stratasys.

### FFF

Fabrication par Filament Fondu : un procédé de fabrication d'un objet de bas en haut par extrusion de filament.

### Filament

Le matériau utilisé pour façonner l'objet 3D - en plastique le plus souvent.

### OBJ

Un fichier objet informatique modifiable, contrairement au format STEP qui ne peut pas être modifié dans tous les logiciels de CAD.

### PLA

L'acide polylactique est un thermoplastique biodégradable utilisé en impression 3D et composé de ressources renouvelables comme le maïs ou le sucre de canne (mais attention, ça ne se mange pas pour autant).

### Plan

Un plan est une surface bidimensionnelle.

### Plateau

La partie de l'imprimante 3D sur laquelle est façonné l'objet.

### Raft

Une base jetable sur laquelle on peut imprimer les objets, qui garantit une meilleure impression et évite les déformations.

### Résolution

On parle aussi d'épaisseur de couche. La résolution est l'épaisseur d'une couche d'impression.

### Scanner 3D

Un appareil qui "enregistre" l'état d'un objet physique sous toutes ses coutures pour le digitaliser en 3D.

### STEP

Un autre format de fichier 3D, compatible multiplateforme.

### STL

Le format stéréolithographique est un type de fichier qui décrit la géométrie de surface d'un objet 3D.

### Support

Du matériau jetable qui sert à tenir les éléments en saillie d'un objet pendant son impression.

### Tolérance

L'espace nécessaire entre deux pièces pour ne pas entraver leur mobilité ou leur accroche.

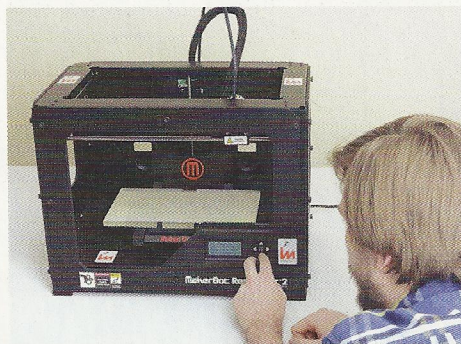
### Vitesse d'impression

La vitesse à laquelle une imprimante façonne un objet.



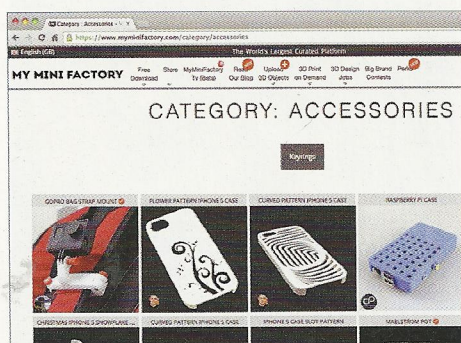
## 01 DÉBALLAGE

Avant de sortir votre imprimante de sa boîte, prenez le temps de parcourir le manuel, généralement accessible directement. Lisez-le, ne serait-ce que pour les instructions d'installation - certains éléments peuvent en effet être fragiles. Branchez ensuite votre imprimante.



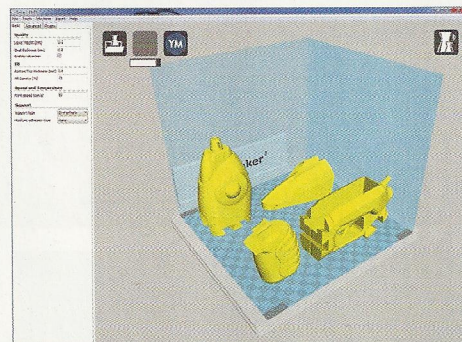
## 02 RÉGLAGE ET CALIBRATION

Chaque modèle a des protocoles d'installation et de calibration spécifiques, que vous trouverez dans le manuel. Placez votre imprimante dans un environnement dégagé et ventilé (n'oubliez pas que ça chauffe un peu) et laissez un peu d'espace autour.



## 03 CHOISIR UN MODÈLE

Pour imprimer, il vous faut un modèle 3D. Vous pouvez aller voir du côté de [myminifactory.com](http://myminifactory.com) ou tout autre site d'objets 3D pour y dénicher un modèle simple. Optez pour quelque chose qui ne demandera pas beaucoup de temps pour être imprimé.



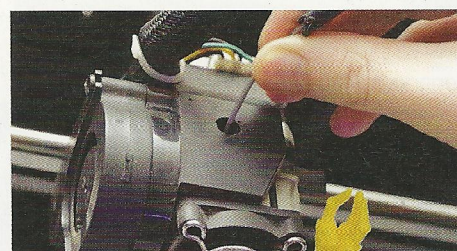
## 04 IMPORTER

Il va ensuite falloir découper votre modèle en couches, via le logiciel de tranchage fourni avec l'imprimante ou disponible sur le site du constructeur. Chaque imprimante utilise un tranchage différent, vérifiez que vous prenez le bon. Importez le fichier (File > Import) et sélectionnez le fichier STL de votre objet.



## 05 DU PC À L'IMPRIMANTE

Définissez la taille du modèle et sélectionnez vos réglages. Vous allez décider, entre autres, des dimensions de l'objet, de la résolution d'impression, du remplissage. Lancez le tranchage, qui peut prendre plusieurs minutes, puis sauvez le fichier découpé sur le support de stockage compatible avec votre imprimante et branchez-le dessus.

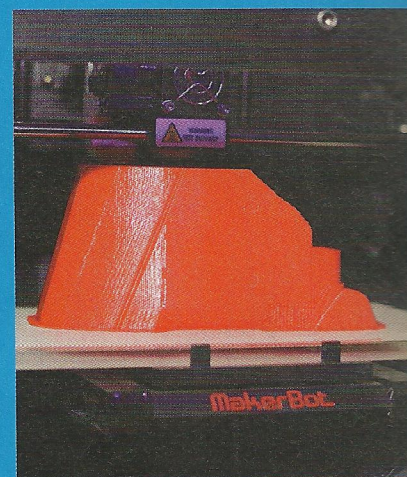


## 06 CHARGER !

Choisissez un filament, sélectionnez l'option "Charger Filament" dans le menu et suivez les instructions. Quand votre filament est chargé, choisissez "Imprimer depuis le support de stockage" (ou équivalent) et sélectionnez le design que vous avez tranché. Validez avec "Imprimer" et admirez le travail...

## AVANT DE COMMENCER

Vous y êtes presque, encore quelques petites choses...



## 01 NIVEAU DU PLATEAU

Pour que votre objet imprimé soit droit, votre plateau d'impression doit lui aussi être à niveau. Les options de vérification sont dans le menu des réglages de l'imprimante.

## 02 VÉRIFIER LE FILAMENT

Vérifiez que vous avez correctement installé votre filament et que vous avez bien opté pour le type correspondant à votre projet.

## 03 VÉRIFIER LE MODÈLE

Revérifiez votre modèle 3D avant d'imprimer. Soyez particulièrement attentif aux zones potentiellement faibles qui peuvent tout gâcher plus tard. Quand vous êtes sûr que tout est bon, vérifiez que le tranchage a bien été effectué et importez le tout dans l'imprimante.

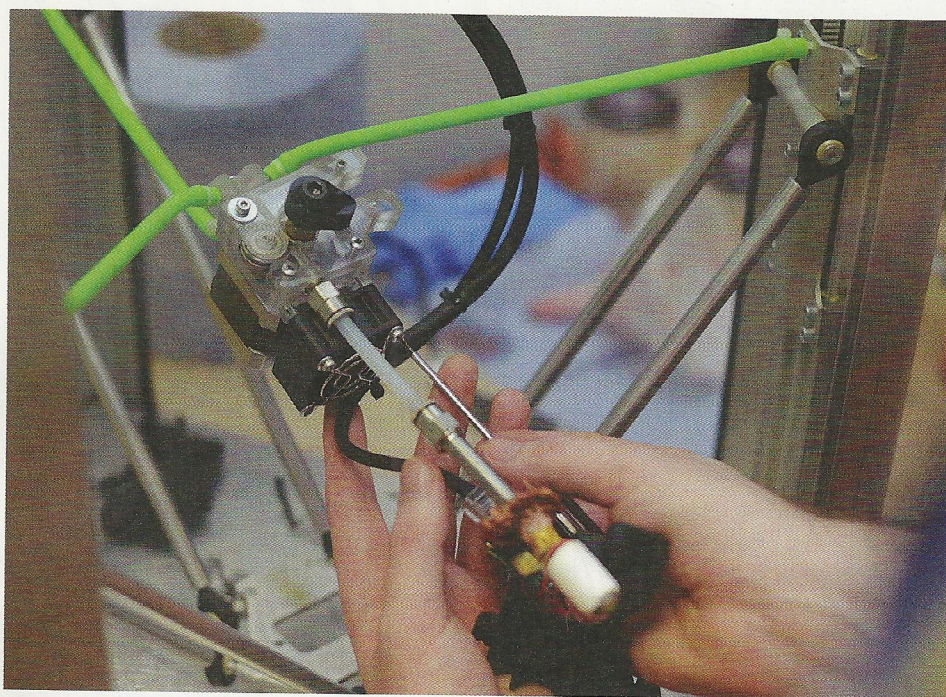
## 04 QUESTION DE TEMPS

Le délai de fabrication peut beaucoup varier d'une imprimante à l'autre, aussi apprenez à estimer le temps d'impression des objets, suivant leur taille et leur complexité. Un compte à rebours est souvent affiché sur l'écran LCD de la machine.

## 05 EN TOUTE SÉCURITÉ

Une imprimante 3D est un appareil qui peut faire fondre du plastique en quelques instants, donc manipulez-la avec prudence. Vérifiez que la pièce est bien ventilée et n'approchez pas vos doigts de la buse.





# ENTREtenir VOTRE IMPRIMANTE 3D

42

APPRENEZ À RÉPARER VOTRE IMPRIMANTE QUAND UN PROBLÈME SURVIENT.

## ENTRETIEN DES FILAMENTS

Le stockage et la manipulation du filament nécessitent un peu d'attention. Quand la bobine est déballée, stockez votre filament dans un lieu frais, sec et sans poussière. L'extrudeur de l'imprimante est très sensible et la poussière risque de l'obstruer. La poussière va s'accumuler sur le filament avec le temps si vous le laissez à l'air libre, donc mettez-le à l'abri.

Le filament peut aussi s'emmêler si vous ne faites pas attention. Quand vous déroulez une bobine, faites attention à ce qu'elle se dévide proprement, au risque de gâcher pas mal de filament.

## EXTRUDEUR ENCOMBRÉ OU BOUCHÉ

Cela fait partie des problèmes les plus courants : un extrudeur encombré donnera des objets mal imprimés... ou rien du tout, s'il est bouché !

Il n'est pas facile de repérer le problème au début, mais quand votre objet 3D atteint

une épaisseur d'environ 1 centimètre, il est possible de détecter les erreurs d'impression. Arrêtez l'imprimante quand vous en remarquez, puis lancez le script de chargement/dévidage de filament, la cause la plus courante étant souvent un encrassement de la buse. Ce script corrige généralement le problème, mais si ce n'est pas le cas, il va falloir démonter l'extrudeur et le déboucher à la main.

## DÉFORMATIONS ET ENTRETIEN DU PLATEAU

Il peut arriver que l'impression n'adhère pas comme il faut au plateau, pour diverses raisons et le plus souvent pour des impressions qui couvrent l'ensemble du plateau. Avec certaines imprimantes, vous pouvez mettre un peu de colle directement sur le plateau. Sur d'autres, vous devrez placer du ruban de masquage sur toute la surface. Après chaque impression, il faudra retirer ce ruban adhésif et nettoyer le plateau à l'alcool pour ôter tout résidu.

## METTRE LE PLATEAU À NIVEAU

Il est indispensable que votre plateau soit bien à niveau.



### 01 SCRIPT DE NIVEAU

Allez dans les réglages de l'imprimante et sélectionnez l'option "Mettre le plateau à niveau". L'imprimante va alors déplacer l'extrudeur à différents endroits du plateau.



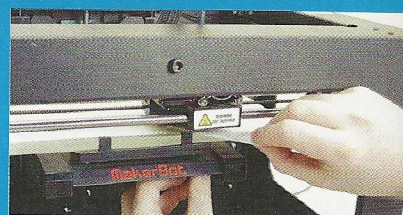
### 02 RÉGLAGES

Si le plateau n'est pas droit, l'imprimante vous donnera des instructions pour le mettre à niveau, ce qui implique généralement de visser/dévisser les pieds du plateau.



### 03 TEST

Prenez un design large et plat et imprimez-le, afin de voir si votre imprimante pose bien le matériau sur toute la surface du plateau.

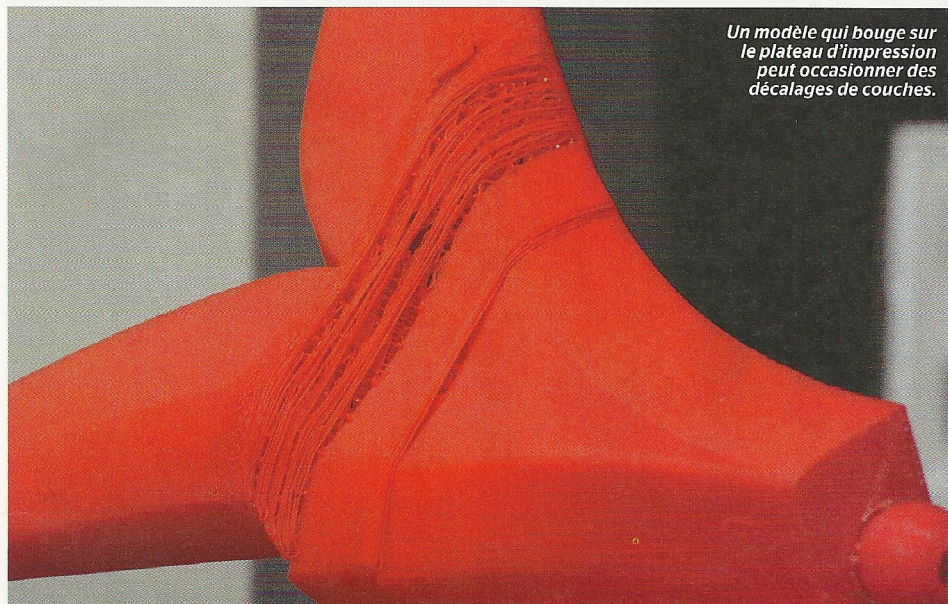
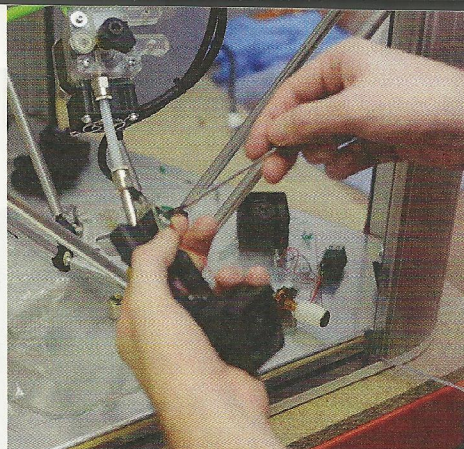


### 04 ON RECOMMENCE

Recommencez ces étapes jusqu'à ce que votre plateau soit à niveau. Avec l'expérience, vous allez facilement repérer quand une remise à niveau est nécessaire.



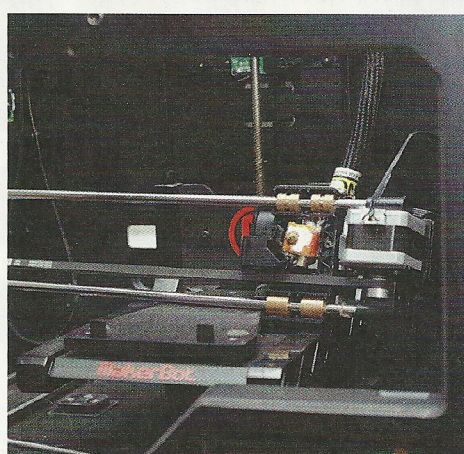
Une impression ratée avec des anomalies évidentes. Ça peut être corrigé de plusieurs manières.



Un modèle qui bouge sur le plateau d'impression peut occasionner des décalages de couches.



Chargez correctement votre filament pour éviter de l'emmêler ou de le tordre.



## Q&R

### MON FILAMENT S'EST EMMÊLÉ. QUE FAIRE ?

Déchargez le filament, déroulez-le lentement et précautionneusement jusqu'à ce que vous rencontriez un nœud. Défaites ce dernier et rembobinez le filament sur la bobine.

### QUELS SONT LES BONS RÉGLAGES D'IMPRESSION POUR MON MATÉRIAU ?

Servez-vous des profils préétablis dans votre logiciel de tranchage comme guide. L'expérience vous permettra de vous familiariser avec vos filaments et leurs propriétés.

### COMMENT FAIRE POUR RETIRER MON OBJET DU PLATEAU ?

Utilisez avec précaution un racloir à papier peint ou un cutter pour décoller les impressions collées au plateau.

### PUIS-JE IMPRIMER DES OBJETS EN PLUSIEURS COULEURS ?

Oui, en imprimant votre objet en plusieurs parties que vous collerez après-coup. Vous pouvez aussi utiliser une imprimante FDM à double extrusion qui peut imprimer plusieurs couleurs en même temps... ou simplement peindre vos objets terminés !

### COMMENT RETIRER PROPREMENT LE MATÉRIAU DE SUPPORT ?

Après avoir retiré l'objet du plateau, enlevez le matériau de support avec des outils adaptés : des cutters, des ciseaux, des pinces, etc. Polissez ensuite la pièce au papier de verre s'il reste des aspérités à nettoyer.

## LA CHECKLIST À SUIVRE AVANT D'IMPRIMER

### 1) Votre plateau est-il à niveau ?

Vérifiez que votre plateau est bien droit et sinon, mettez-le à niveau. Ne lancez l'impression que quand votre imprimante et le plateau sont calibrés correctement.

### 2) Avez-vous assez de filament ?

Vérifiez que votre filament est bien chargé sur son support à bobine, qu'il n'est pas emmêlé et que vous en avez suffisamment.

### 3) Votre modèle 3D est-il découpé et présent sur votre support de stockage ?

Vérifiez que vous avez bien découpé votre modèle avec les réglages désirés avant d'exporter le fichier sur le support de stockage externe ou de l'envoyer à l'imprimante.

### 4) Le profil de tranchage est-il bien optimisé pour votre matériau d'impression ?

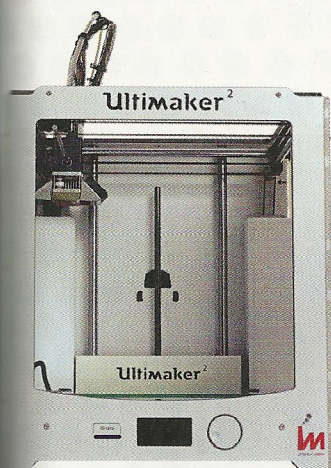
Chaque matériau nécessite des réglages spécifiques. Votre logiciel de tranchage présente différents profils adaptés à divers matériaux, aussi vérifiez que vous avez choisi les bons paramètres.

### 5) L'extrudeur est-il propre ?

Il est important de vérifier que l'extrudeur et la buse soient propres avant de commencer à imprimer. Faites-le avant chaque impression pour éviter que votre matériel ne s'encrasse trop vite.

# DANS L'ORDRE

## PETIT RÉSUMÉ DES CHOSES À FAIRE ET À SAVOIR POUR SE LANCER DANS LES MEILLEURES CONDITIONS



### • Votre première imprimante 3D

En plus de votre budget, prenez en compte les matériaux compatibles, la résolution et le volume d'impression.

### • Choisir le bon filament

Il existe toutes sortes de filaments pour vos projets 3D, certains flexibles, d'autres phosphorescents, d'autres encore avec des particules de bois ou de métal. Vérifiez qu'un matériau est bien adapté à votre imprimante et votre projet avant de lancer l'impression.

### • Mettre le plateau à niveau

Il faut que le plateau soit bien droit avant de lancer l'impression. Utilisez pour cela les options de calibration de l'imprimante.

### • Adapté à l'impression 3D ?

Un objet peut sembler génial sur écran d'ordinateur, mais s'avérer totalement inadapté à l'impression 3D. Faites notamment attention aux parties trop fines ou détaillées pour être imprimées et aux saillies trop importantes.

### • Télécharger des modèles

Visitez des sites comme [myminifactory.com](http://myminifactory.com) ou [thingiverse.com](http://thingiverse.com) pour dénicher des modèles 3D de qualité, vérifiés par la communauté... et la plupart du temps gratuits !



### • Choisir le bon équipement

Pour réussir de bonnes finitions, il n'y a pas de secret : il faut les bons outils. Des lames bien aiguisées, de la peinture de qualité, de l'enduit de bonne facture, etc.



### • Retirer les supports

Suivant le matériau utilisé, décidez s'il vaut mieux simplement découper les supports à la main ou passer par un bain d'hydroxyde de sodium.

### • S'exercer

Là non plus, il n'y a pas de secret : c'est la pratique qui fait tout. Gardez vos modèles ratés pour vous exercer dessus, ils ne seront pas complètement perdus.

## AU DÉBUT

Démarrez du bon pied en prenant le temps de tout vérifier. Des choses aussi simples que le choix du bon type de filament peuvent faire toute la différence. De même, comprendre comment fonctionne votre matériel vous permettra de l'entretenir et de le réparer comme un pro si quelque chose va de travers.



### • Lire les instructions

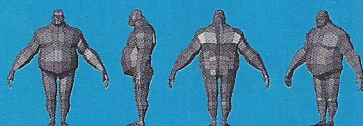
Ça semble évident, mais on a tendance à l'oublier, emporté par l'excitation. Du déballage à la maintenance, prenez le temps de lire le manuel de votre imprimante pour éviter de faire des bêtises...

### • Connaître son imprimante

Prenez le temps de vous familiariser avec les éléments de l'appareil et le vocabulaire : plateau, moteur 2, extrudeur... Quand on utilise une machine comme une imprimante 3D, savoir comment elle fonctionne est un atout pour éviter, là encore, de faire des erreurs.

## MODÉLISATION

Pour imprimer un objet 3D, il faut un modèle 3D CAD dudit objet à faire passer du virtuel au réel. Vous pouvez créer vos propres objets avec un logiciel de modélisation 3D gratuit ou payant, ou vous contenter de télécharger des modèles disponibles en ligne.



### • Vérifiez les droits d'utilisation

Avant d'imprimer un modèle 3D, vérifiez les copyrights et les droits d'utilisation, certains objets ont des restrictions.

### • Maîtriser le logiciel

Les formations et ressources en ligne ne manquent pas pour la plupart des logiciels gratuits ou commerciaux : ne passez pas à côté de cette formidable source d'information pour apprendre à les maîtriser.

### • Créez vos propres modèles

Avec la pratique, vous apprendrez à façonner des objets virtuels en 3D à imprimer chez vous, avec la fierté d'avoir tout créé de A à Z !



## FINITIONS

Enlevez les supports, poncez votre objet, peignez-le, polissez-le... Il y a pas mal de choses à faire une fois que l'imprimante 3D a terminé son travail. Ces étapes sont cruciales pour que votre création soit nette et propre, ou pour lui donner un aspect plus authentique. Les finitions demandent de la patience et de l'apprentissage, car plusieurs techniques différentes entrent en jeu.



### • Sécurité

Entre les émanations de colle, de plastique et autres produits chimiques, et les lames de cutter et les ciseaux, pensez à votre sécurité : lunettes de protection, masque et gants obligatoires !

### • Peindre l'objet

Plus la surface de votre objet est nette et polie, plus il sera facile de la peindre, même si les zones les plus petites et complexes demanderont de la patience et du doigté !

