

CMBJ-Impression 3D - "Un Tour d'Horizon"- Janvier 2019

3ème Volet "Pratique communes dans l'impression 3D... "

Animation : Jean-Louis Charvet / J-Pierre Courvoisier

- Il existe actuellement deux familles très distinctes dans le cadre des machines accessibles au particulier.

A/ La technologie du fil plastique fondu et extrudé dont l'appellation peut varier.

"FDM" Fused deposited Modeling ou "FFF" Fused Filament Fabrication

B/ La technologie utilisant de la résine liquide, avec, là aussi, plusieurs appellations mais qui correspondent à des différences de technique.

"SLA" (Impression "Stéréo lithographique") ou pseudo SLA, DLP ...

Pour chacune...

Des applications qui peuvent être différentes... Des avantages également différents...

Ainsi que des consommables et des coûts d'utilisation qui diffèrent.

Les Fichiers 3D et les "Slicer" ou "Trancheur"

Les fichiers 3D :

Dans le principe, un objet d'art (figurine, statue) est très difficile à dessiner avec un logiciel destiné au dessin technique. Il peut être scanné en 3D par des scanners spécifiques, soit même obtenus par "Photogrammétrie" ou "Photogrammetry" en Anglais (C'est l'exploitation, par un ordinateur de plusieurs photos d'un objet sous différents angles pour le recréer en 3D)

Scanner un élément technique peut être vu comme rapide et facile...

Mais des détails un peu cachés au fond d'une cavité ne peuvent être intégrés, pas plus que des formes ou des évidements intérieurs. La précision peut être toute relative...

Pour un objet "technique" comme, par exemple, la plupart des éléments présents sur un navire, le fichier peut être créé via un logiciel de dessin technique.

Un "fichier 3D" est un fichier informatique qui définit des formes et un volume.

Certains comportent également une information de couleur de l'objet...

Chaque fichier de dessin 3D possède sa propre extension qui dépend du logiciel utilisé.

Tant que l'on reste avec un fichier généré par un logiciel donné, on parle de fichiers natifs, c'est à dire de fichiers que l'on ne peut ouvrir qu'avec le logiciel avec lequel il a été créé.

Lorsque l'on utilise un logiciel de dessin, on peut "exporter" son propre dessin dans ce que l'on appelle un "format d'échange"

Il en existe plusieurs, mais dans le domaine du 3D, les ".stp" (on parle d'un fichier "Step") ou ".iges" par exemple sont bien connus et bien utilisés.

Utiliser un format d'échange permet de s'envoyer, les uns aux autres, des fichiers de dessins sans avoir ou devoir utiliser le même logiciel.

Lorsque l'on ouvre un fichier de pièce reçu dans un de ces formats d'échange, on peut observer la pièce en 3D et même la modifier le cas échéant. Cependant, si la pièce est complexe (surfaces gauches, formes bizarres...), on peut ne plus avoir les bonnes informations qui pourraient aider à modifier de manière simple. C'est là tout l'intérêt de pouvoir travailler sur un fichier "Natif", c'est-à-dire le fichier que le logiciel utilise pour lire, enregistrer ou sauvegarder le dessin.

De manière générale, une étape est commune à toute impression 3D, quelque-soit la technique- C'est l'utilisation du logiciel qui permet de passer du fichier 3D au fichier assimilable par l'imprimante. On parle du "Slicer" ou du "Trancheur" en Français.

Il est généralement fourni avec l'imprimante lors de l'achat et quelquefois téléchargeable pour les dernières versions sur le site du constructeur. Il faut néanmoins un minimum de perspicacité à l'achat...En effet, on peut citer au moins un constructeur fournissant avec ses imprimantes un "slicer" qui n'est valable qu'une seule année après l'achat de la machine et dont la licence est à renouveler chaque année pour un prix de l'ordre de 70€ ! "Pas vraiment Glop !". ☺

Le "Slicer" est destiné à couper en tranches très fines l'objet à imprimer et il fournit ainsi à l'imprimante la possibilité de réaliser ces mêmes tranches en couches successives, les unes sur les autres. Avec ce logiciel, on ouvre le fichier "****.stl" ou fichier "stéréo lithographique" et l'on sortira un fichier "****.g" qui permet à l'imprimante choisie de faire son travail...

Le fichier ".stl" est créé ou plutôt exporté par le logiciel de dessin, cela à partir du dessin de la pièce que l'on a créé...Ou pas.... Il faut préciser qu'un fichier "Stl" est un fichier 3D destiné à l'impression et que ce n'est pas un format d'échange entre logiciels (On peut le considérer comme non éditable).

C'est aussi avec le "Slicer" ou "Trancheur" que l'on positionne l'objet reçu sous forme ".stl" dans l'imprimante (Sa position et son orientation angulaire dans l'enceinte de l'imprimante), que l'on définit également l'épaisseur (nombre de couches) de la "peau" et la densité du maillage dans l'épaisseur de la pièce.

De manière générale, avec le Slicer, on sort un fichier "****.g" destiné à une imprimante. Cependant, même si l'extension est la même, un fichier ".g" est un fichier destiné à une imprimante et sera donc totalement indigeste pour une autre imprimante...

Les imprimantes...

1- Les machines "FDM": (probablement les plus connues par le grand public):

FDM est la technologie d'extrusion de fil fondu aussi "FFF"

On utilise du fil en bobine (Il n'y a pas, hélas, de standard sur les tailles de ces bobines), mais le Ø du fil est toujours de 1.75mm ou 3 mm

Le 3 mm est plutôt réservé à des grosses machines avec des grosses buses...

Le Ø 1.75 correspond bien aux applications courantes... C'est-à-dire les nôtres ...

Le fil est prélevé sur une bobine et des molettes le poussent à l'intérieur d'une buse chauffée à haute température ou il est fondu puis extrudé par la poussée des molettes à travers un orifice de petit diamètre - Généralement 0.4mm.

La buse décrit un parcours destiné à imprimer une couche puis passe à la suivante

Pour passer à la couche suivante, la buse est montée sur un mécanisme qui la fait monter, ou alors c'est le plateau sur lequel la pièce est imprimée qui descend...

Il existe aussi la cinématique dite "Delta", plus complexe et captivante, qui a ces aficionados.

Pour les buses, comme pour les bobines, il n'y a pas de vrai standard. Tout au plus, certaines machines utilisent les mêmes. Même si le diamètre intérieur de la buse est le même, sa forme est souvent différente et pour une même machine, on peut parfois trouver des évolutions...

Plusieurs matières peuvent être extrudées

Dans cette technologie, deux matières tiennent le Haut du pavé.

On peut les qualifier de "basiques" dans cette technologie...

Ce sont le PLA et l'ABS qui s'extrudent à des températures de buse très proches (Typiquement 200/220°C pour l'un, 220/240°C pour l' autre)

Le **PLA** est le plus simple et le plus facile à utiliser.

Son appellation provient de "Polyester thermoplastique aliphatique"

De manière générale, on peut l'utiliser sans avoir un plateau chauffant ou, du moins, avec une température du plateau chauffant assez basse.

Il est conseillé d'avoir un soufflage d'air à la sortie de la buse destiné à refroidir et solidifier plus rapidement la matière. L'enceinte de travail reste à température ambiante

On peut reprocher au PLA de ne pas tenir en température (à partir de 50°C, sa tenue mécanique s'effondre et on peut commencer à le déformer) mais il a l'avantage d'être une matière "écologique" parce que tiré de l'amidon de maïs et qu'il est considéré comme biodégradable...

L'**ABS** ou terme savant, "Styrène Acrylonitrile-Butadiène" est moins cassant que le PLA, ce qui ne veut pas dire qu'il a de meilleures propriétés mécanique. Il résiste bien mieux et sans comparaison à une température bien plus élevée.

Il est considéré beaucoup plus indiqué pour un objet destiné à l'utilisation à l'extérieur.

Il nécessite un plateau chauffant (typiquement porté autour de 100°C), mais un soufflage en sortie de buse n'est normalement pas nécessaire.

Sa rétractation au refroidissement pose, elle, plus de problème que le PLA et peut poser des soucis de décollement partiel sur le plateau. Plus la pièce est grande et plus ce problème peut se poser...

De manière générale, il est conseillé de garder l'enceinte de travail aussi chaude que possible pour faire de l'ABS (pour cela, une enceinte fermée est préférable).

D'autres matières peuvent être utilisées, le PETG semble être celui le plus cité après l'ABS et le PLA.

Le PVA qui se dissout dans l'eau est particulièrement utilisable pour une machine à double buse.

(Une buse sert à imprimer la pièce, l'autre buse sert à imprimer les supports, qui, sont éliminés par trempage, même s'ils sont situés dans des endroits inaccessibles)

Certains fils sont chargés en particules diverses pour obtenir des caractéristiques physiques particulières comme la conductivité électrique ou simplement pour l'aspect visuel.

On peut aussi imprimer des matériaux "Flexibles" qui vont se comporter comme une sorte de caoutchouc mais avant d'utiliser ceux-là, autant essayer de trouver quelqu'un qui en a utilisé sur une même machine pour éviter d'essayer les plâtres...

(Certaines machines seraient bien en peine de les utiliser)

Pour les pièces imprimées qui présentent un surplomb (en décroché brutal) par rapport au plateau, on a, de manière générale, besoin qu'un support soit imprimé en même temps que la pièce.

Une fois la pièce imprimée, ce support est "cassé" assez facilement, cela parce que l'imprimante essaie de ne pas trop fusionner ce support avec la pièce imprimée elle-même.

L'utilisateur d'une imprimante essaie de choisir la meilleure position pour imprimer une pièce donnée.

Une position peut être meilleure qu'une autre parce qu'elle dispense de fabriquer des supports...

Mais, la disposition des couches elle mêmes, le sens du maillage interne influent aussi dans le choix !

Lorsque l'imprimante est munie de deux buses, on peut utiliser l'une des buses pour faire la pièce et l'autre buse pour faire le ou les supports s'ils doivent exister – On peut aussi imprimer dans deux couleurs différentes... Ou bien avoir une buse dédiée à une matière et l'autre buse dédiée à une autre

Quelques machines peuvent être alimentées par 2 fils de couleurs différentes tout en n'ayant qu'une seule buse. Cela permet de faire une impression avec des nuances de couleurs. Alimentée en Blanc et bleu, elle imprimera avec un camaïeu de bleu..!

L'accroche de la pièce sur le plateau est un élément vital...

Une imprimante 3D n'est pas comme une machine où l'on va serrer ou fixer une pièce avant de l'usiner... Là, il n'y a pas d'efforts, mais la première couche doit impérativement bien coller au plateau... (L'une des raisons étant que, même s'il n'y pas d'effort, la buse peut parfois accrocher, même très légèrement la partie déjà imprimée pendant son mouvement...)

Si ce n'est pas le cas et que la pièce se décolle pendant l'impression, on peut tout arrêter et recommencer... Il est totalement inutile de continuer !

Il faut savoir que pour la réalisation de la première couche, il est une autre condition initiale impérative... Le plateau doit avoir été réglé pour être bien parallèle au mouvement de la buse et mis à la bonne hauteur. Pour ce point, chaque machine a sa propre procédure de réglage.

Une fois réglé, on peut imprimer un bon moment...

Mais, au moindre problème, c'est probablement l'une des premières choses à vérifier.

Il existe plusieurs façons d'aborder le problème de l'accroche
Certaines machines sont munies d'un plateau recouvert d'un film plastique sur lequel le fil extrudé a une tendance naturelle à adhérer. On peut trouver également des plateaux micro-perforés...
Certains, sur des plateaux lisses utilisent des produits consommables comme des adhésifs en rouleaux spécifiques disponibles en large bande que l'on change après une ou plusieurs impressions, ou bien des adhésifs que l'on trouve facilement sous forme de spray.
Ou bien même la colle blanche en stick comme "Uhu" qui peut fonctionner également...

Dans le cas où la pièce que l'on veut imprimer possède une faible surface de contact avec le plateau et que, de plus, cette pièce est haute, on peut craindre avec raison un décollement de sa base pendant l'impression.

On conseille alors d'utiliser un "raft", c'est à dire un "radeau" de plus grande surface que la pièce, généré par le slicer lui-même et sur lequel, à la suite, l'imprimante va venir imprimer la pièce.
Les "rafts", de plus grande taille, collent donc mieux au plateau, et ils sont imprimés de telle manière que l'on peut les séparer par la suite de la pièce sans gros soucis...

Les épaisseurs de couches sont typiquement de 0.1 à 0.2 mm

Certains amateurs font bien mieux et descendent très largement en dessous du dixième, mais il est un peu illusoire de penser améliorer de beaucoup la définition des pièces imprimées en diminuant la hauteur des couches, alors même que la buse d'extrusion fait, typiquement, 0.4mm !

Comme consommables pour des machines de ce type, hormis quelques pièces d'usure, c'est essentiellement la matière qui va déterminer le coût de fonctionnement...

Tant que l'on reste dans des matériaux basiques comme le PLA ou l'ABS, qui sont disponibles dans un panel important de couleurs, on peut compter environ 20 à 30€ par kg.

Les pièces produites ne coûtent que peu, d'autant plus que le volume des pièces créées comporte beaucoup de vide – En effet, l'imprimante crée un maillage interne, généralement en structure de nids d'abeilles, et dont on peut modifier la densité dans le "Slicer".

La plupart des imprimantes peut normalement travailler sans être connectée à un ordinateur.
Le fichier à imprimer peut être communiqué à l'imprimante via un cordon USB, une clef USB, une carte type SD ou par WiFi. Chaque machine possède un ou plusieurs de ces différents moyens.

Pratique et termes courants

"Nozzle" est le terme anglais utilisé pour la ou les buses d'extrusion. La plupart des machines utilisent des buses qui leur sont propres.

Le phénomène appelé "Warping" est celui qui concerne la déformation de la pièce dans sa masse due à la rétractation du plastique en se refroidissant – Avec, typiquement, des bords qui se décollent du plateau, plus particulièrement avec de l'ABS.

Il est possible de réutiliser des bobines vides sur lesquelles on ré-enroule le fil d'une autre bobine.

Cela par exemple dans le cas de bobines avec des dimensions spécifiques à la marque...

Outre l'économie, il y a un intérêt particulier à cette pratique. Si l'on a pris la précaution de peser très exactement la bobine vide, on peut savoir par la suite le poids de la matière qui reste précisément et être sûr qu'il n'y aura pas d'interruption d'alimentation avant de lancer une impression...

Lors de la préparation de l'impression, le Slicer précise généralement le métrage de fil qui va être utilisé et l'on connaît donc le poids de la matière qui va être utilisée.

[Compter 2.4 à 2.6 grammes /mètre pour le PLA et 2.8 à 3 grammes /mètre pour l'ABS]

Quelques machines utilisent du fil "propriétaire" et n'acceptent pas une autre bobine.
Certains peuvent vendre cette technologie en évoquant la simplicité pour l'utilisateur...
Une "puce", associée à la bobine achetée mémorise, par exemple, exactement la quantité restante et prérègle la machine...
Mais cela limite aussi le choix du fournisseur... On devient un client captif...

Il est bon d'essayer de savoir quelles sont les pièces d'usure ou les consommables
Et de jeter un coup d'œil sur la facilité ou non de démonter les divers éléments et de les régler.

Quelques caractéristiques de la machine dépendent du besoin et de l'utilisation future...

Le volume d'impression maximum... Mais il ne faut pas trop rêver... Plus le volume est grand, plus le l'impression est longue et même atteindre un temps qui va démotiver...
Plus le temps d'impression est long et plus la possibilité d'un incident "pendant" augmente ...
Plus la pièce est grande et plus les problèmes de déformations, décollement sont sensibles. !

Si l'on veut utiliser autre chose que du PLA, il est impératif que la machine soit équipée d'un plateau chauffant. (Même avec du PLA, c'est un "plus")

Le PLA demande une température d'extrusion un peu moins élevée que l'ABS, cependant, il "fige" moins vite, raison pour laquelle un système de refroidissement par air est monté à la sortie de la buse
Normalement, on doit avoir le choix de fonctionnement "Oui / Non" du ventilateur dédié.

Une imprimante qui a son enceinte fermée est plus indiquée pour faire de l'ABS (Une température plus élevée que la température ambiante est conseillée – Même, certaines machines possèdent un chauffage de l'enceinte)

Il peut être bon de comparer le système d'accroche du plateau.

Sur quelques machines, on peut changer le Ø de la buse d'extrusion...
La plupart des machines utilisent du 0.4 mm
Passer sur un diamètre plus faible augmente la finesse mais va beaucoup augmenter le temps d'impression... De plus, il serait illusoire de penser pouvoir changer le diamètre de la buse d'une machine au cours de l'impression.

Les axes croisés versus la cinématique Delta...

Le système "Delta" est plus spectaculaire et captivant dans son mode de fonctionnement.

Ces machines se prêtent assez facilement à une vision panoramique de la pièce.

On peut être conquis et l'apprécier.

Mais...

La surface de travail devient circulaire et pour prendre un exemple, dans un cercle de 200mm de diamètre, on ne peut inscrire qu'un rectangle de 170x100 ou un carré de 140 x 140...

Faire attention aux liaisons mécaniques et aux usures potentielles des rotules (Souvent magnétiques).
Elles ne se prêtent que peu à un système monté avec une double buse.

Les molettes d'alimentation se retrouvent généralement loin de la tête d'impression, en haut.

Ce sont des machines assez hautes, et si la bobine est mise par-dessus, ce n'est pas forcément la disposition qui se prête le mieux à un changement de celle-ci)

On peut vérifier les possibilités qu'offre la machine pour que le fichier d'impression lui soit communiqué...

Liaison avec un câble USB (L'ordinateur devra donc être à proximité)

Liaison Wi Fi (Vraisemblablement il faudra faire des AR entre la machine et l'ordinateur)

Insertion Clef USB ou carte mémoire (On part de l'ordinateur avec le fichier dans la main)

Les machines peuvent autant se trouver en kit à assembler puis à régler ensuite que prêtes à être utilisées à la sortie du carton. Chacun choisit selon son désir, ses envies, son besoin...

Il est sécurisant d'avoir un retour d'expérience "Vrai" avant un achat. On prend généralement moins de risques avec un fabricant réputé qui fabrique à relativement grande échelle. Parfois, on trouve des petites StartUp qui se lancent dans la fabrication de petites machines avec une argumentation parfois pertinente et parfois sujette à caution... On peut aussi trouver des machines avec des cinématiques que l'on peut qualifier d'"exotiques" et à qui leurs concepteurs prêtent toutes les qualités... Le choix est vaste !

2- Les Machines "SLA"

Le procédé SLA est la Stéréo lithographique (ou pseudo Stéréo lithographique...)

Sur la grande majorité des machines actuelles, le principe stéréo lithographique est le suivant:

On part d'un bac dont le fond est transparent.

Dans ce bac, la résine liquide est versée jusqu'à un certain niveau...

(Il existe, bien sûr, des machines avec un remplissage et un suivi du niveau automatique)

Sous le bac se trouve une source UV destinée à reproduire l'image d'une couche sous forme de lumière UV à travers le fond transparent.

(La résine utilisée est liquide et se durcit très rapidement sous l'action d'une lumière UV. C'est quasi instantané si la source UV est puissante)

En technique SLA pure, c'est un laser UV de petit diamètre qui vient balayer le fond du bac

En DSP, c'est un projecteur un peu similaire à un projecteur vidéo de salon qui est utilisé.

La grosse différence est qu'il utilise alors une source de lumière UV en lieu et place de la lumière blanche.

Le dernier procédé (celui qui permet des prix très bas et particulièrement accessibles) utilise des Leds comme source UV et un écran LCD, en noir et blanc, dépourvu de rétro éclairage qui est plaqué sous le fond du bac et sur lequel se forme l'image de la couche.

Utilisé comme masque, il fait apparaître cette image en laissant, pour chacun de ces pixels, passer la lumière UV ou non. Un pixel est soit transparent, soit noir et opaque à la lumière.

(Le procédé est couramment appelé "LCD Shadow working")

Pour mémo, un constructeur propose des machines et de la résine "daylight" qui durcit avec une lumière "du jour", sans les UV et qui a comme avantage de pouvoir être nettoyée à l'eau tant qu'elle n'est pas durcie. Des machines qui peuvent donc sembler, au premier abord, plus attirantes...

Au tout début de l'impression, un plateau (ou "Build Plate") vient se mettre au-dessus et à presque toucher le fond du bac - L'image UV de la couche est projetée et solidifie la couche de résine entre ce plateau et le fond du bac.

Peu après, le plateau se lève de quelques mm puis redescend, mais juste un peu plus haut que la première fois pour l'impression de la seconde couche, et ainsi de suite.

A chaque fois, la couche déjà imprimée doit rester bien accrochée au plateau...

Au fur et à mesure que la pièce se crée, on a l'impression (si on voit en accéléré) qu'elle sort du bac comme un lapin pourrait sortir du chapeau d'un magicien...

Le problème de l'accroche est aussi délicat que sur les machines à fil fondu type FDM.

La couche doit adhérer au plateau, assez pour bien rester... Et pas trop adhérer sur le fond du bac...

Si l'on doit comparer en deux mots cette technique par rapport à la FDM, on peut dire que la précision et le rendu des détails fins est sans rapport - En quelque sorte... "On change de division..."

L'épaisseur des couches est généralement sélectionnée entre 0.01 et 0.1 mm

Les machines SLA (avec Laser), sont dans un ordre de prix situé généralement entre 1000 et 4000€
En technique "LCD shadow working", on peut descendre jusqu'à des budgets de moins de 500€.

Les volumes imprimables sont beaucoup plus restreints que sur une machine FDM (Fil fondu extrudé)
On peut même dire que, de manière générale, ce volume est sans comparaison...

Le budget de fonctionnement (consommables) est plus élevé et il y a plus de consommables...

* La résine dont les prix varient mais où il faut compter au minimum 60 à 70 € le litre
Un volume "plein" à imprimer va nécessiter au moins autant de résine que le volume de la pièce -
c'est à dire que la machine ne fera pas de structure intérieure pour alléger.
On va donc consommer autant de résine qu'il en faut pour fabriquer la pièce, (contrairement à la
technique du fil fondu extrudé) ainsi que le volume nécessaire à la fabrication des supports.
Il y a une petite perte supplémentaire due à la résine qui reste sur la pièce et sur le plateau en fin
d'impression, éliminée ensuite par trempage et nettoyage à l'alcool en fin d'impression.

* Le fond du bac ou même parfois le bac lui-même est à changer de temps en temps ...

La résine est assez chère au litre, ½ litre ou ¼ litre (ou Kilo, 500 gr / 250 gr)...

Cependant, il faut raison garder...

Il ne faut en effet pas perdre de vue que les pièces que nous imprimons comme par exemple, un
élément d'accastillage, ne fait jamais au plus, que quelques grammes ...

On est dans une technique proche du développement des photos autrefois, ce qui implique qu'il faut
prendre soin de la machine et bien la nettoyer. Alcool à brûler, alcool Isopropylique...
Il faut travailler avec des gants et l'on utilise beaucoup de papier doux (mouchoir) pour essuyer...

La pièce peut être rincée à l'alcool éthylique (Alcool à brûler).

On peut en profiter pour éliminer les supports qui tenaient la pièce à ce moment-là.

On peut la rincer encore une fois (au 2d rinçage, utiliser de préférence l'alcool isopropylique)

Cependant, la pièce imprimée n'a pas encore sa résistance mécanique maximum.

(C'est une recherche de gain de temps à l'impression et cela évite aussi que les couches n'adhèrent
trop au fond du bac et ne le dégrade trop vite). Après l'impression et nettoyage, il faut donc l'exposer
de 5' à une demi-heure à une source UV suivant la puissance de la source et l'épaisseur de la pièce.
Cela peut être une simple exposition au soleil une journée d'été.

Mais, si nous sommes en hiver ou qu'il fait nuit, il faut attendre le soleil...

Ou, autre possibilité, utiliser une enceinte UV que l'on achète ou que l'on peut se construire facilement
soi-même en utilisant des lampes ou des Leds UV

Attention cependant...! Il y a UV et UV... ☺

Par exemple, les UV destinés à faire durcir des vernis à ongles ne sont pas vraiment de la bonne
"couleur". Il faut donc vérifier la "longueur d'onde" de l'éclairage UV proposé...

En technique SLA pure, plus la pièce est grande et moins l'impression se fera vite (Pour chaque
couche, le laser doit balayer une plus grande surface)

Par contre, en DLP ou "LCD Shadow working", la vitesse d'impression ne dépend pas de la pièce.
Si l'on peut imprimer 10 pièces en même temps (Il faut simplement que la place sur le plateau soit
suffisante pour cela), l'impression de ces 10 pièces se fera aussi vite que s'il n'y avait qu'une seule
pièce...

Comme un ordre de grandeur, une montée de 10mm par heure peut être vue comme typique.
Par rapport, certaines machines sont ultra rapides... Et d'autres, au contraire, très lentes...

Pour l'ordre d'idée, une pièce de 25mm de hauteur prendra bien au moins 2H30 d'impression

C'est une technique qui est donc réservée à de plus petites pièces, et complémentaire à la FDM

* Prêter une attention particulière aux machines d'entrée de gamme car certaines requièrent un PC dédié à son fonctionnement pendant tout le temps de l'impression !

Les machines utilisant le "LCD Shadow Working" utilisent sur leur écran des pixels d'une taille de l'ordre de 0.05mm. En théorie, on devrait donc pouvoir descendre à ce niveau de détail...

On entend même parler maintenant de "Voxels" qui sont les équivalents des pixels d'une photo... (**P**icture **E**lement), mais dans le volume (**V**olume **E**lement)

Lorsque la machine est montée avec un laser, il faut s'intéresser de très près au diamètre du faisceau envoyé ... Il est généralement supérieur au dixième de mm et plus sa taille est petite et plus la finesse d'impression sera grande (C'est en quelque sorte l'équivalent du Ø de la buse en FDM)

Dans la pratique courante ...

Le VAT est l'appellation courante du réservoir de résine

Pour certaines machines, c'est un "Consommable", pour d'autres, il suffit de changer le fond transparent monté à la façon d'une membrane de tambour et constitué d'un film en FEP.

L'alcool à brûler peut être utilisé comme nettoyant, l'alcool Isopropylique, plus cher et moins courant est conseillé et nettoie un peu mieux...

C'est un peu plus économique de passer par un premier bain dans lequel on agite la pièce dans l'alcool à brûler puis dans un second avec de l'alcool isopropylique.

De manière générale, finir avec un liquide que l'on garde plus propre et plus longtemps parce que la pièce a déjà été débarrassée du surplus de résine.

Comme pour la FDM, le slicer peut créer des supports de maintien, ou des rafts et la présentation de la pièce dans l'enceinte est tout aussi importante. Avec des raisons ou finalités différentes

La température est à surveiller mais n'est pas critique. Les machines de haut de gamme ont des bacs avec une régulation de température ou même le maintien du niveau de résine se fait automatiquement.

A l'achat, on peut faire de suite une petite provision d'alcool, de gants fins en nitrile (plus adaptés que ceux en latex ou en vinyle) et de boîtes de mouchoir...

Après une impression, s'il n'y a pas eu de "loupé", on peut laisser la résine dans le bac et refaire une autre impression de suite ou même le lendemain... Mais attention.. ! Autant ne pas faire cela dans une pièce ensoleillée (A cause des UV)... Mais plutôt dans une pièce sombre...

Après un loupé (par exemple, si une partie est restée accrochée sur le fond), ou lorsque l'on veut remettre la résine dans un récipient (Opaque à la lumière, ou sinon transparent mais orangé si possible pour être opaque aux UV), il est nécessaire de nettoyer le fond du bac et de bien filtrer la résine

Des filtres jetables destinés à cela existent mais on est dans un coût de 30 centimes par filtre !

On peut acheter un filtre permanent et lavable ou bien même s'en bricoler un soi-même.

Utiliser de préférence un petit flacon destiné spécifiquement à recueillir la résine déjà passée sur la machine. Et que l'on utilise ensuite pour remettre dans le bac avant l'impression.

On complète celui-ci avec de la résine neuve lorsqu'il est un peu trop vide....

Cela permet de conserver la résine neuve d'origine intacte...

Comme dans l'impression FDM, il existe des résines flexibles, des résines hautes performance pour le prototypage mécanique... Mais aussi des résines "castables" ou "calcinables"

Un intérêt majeur à ces dernières... Si on les incorpore dans un moule en ciment réfractaire, et que celui-ci est porté à très haute température, elles brûlent sans laisser de résidu (C'est l'équivalent du moule à cire perdue) ce qui permet d'aborder le domaine de la micro-fonderie...

Un champ d'applications vaste ... ainsi que le choix de produits !