

LIVRE BLANC FORMLABS :

Impression 3D stéréolithographique de bureau

Introduction destinée aux professionnels

formlabs.com/fr

formlabs 



Sommaire

Résumé	3
Les nouveaux progrès de l'impression 3D.	3
Comment fonctionne la stéréolithographie ?	4
L'imprimante 3D de bureau comparée aux impressions 3D industrielles ou par des prestataires	5
L'impression stéréolithographique comparée à d'autres technologies d'impression 3D de bureau	7
L'écosystème Formlabs	11



Résumé

Le marché et les entreprises sont en constante évolution.

Pourquoi votre entreprise ne changerait-elle pas au même rythme ?

La technologie progresse en permanence et les entreprises comme les clients s'attendent à ce que des produits de haute qualité soient fabriqués toujours plus rapidement.

Que vous apparteniez à une petite entreprise ou à un grand groupe, les outils dont vous avez besoin doivent correspondre à ces nouvelles demandes pour pouvoir continuer à les satisfaire.

Ce livre blanc vous donne des informations sur :

- l'histoire de l'impression 3D
- les processus et les composants concernés par la stéréolithographie (SLA)
- la rapidité de l'imprimante SLA de bureau comparée à l'impression 3D industrielle ou par des prestataires de services
- la qualité de l'imprimante SLA de bureau comparée au dépôt de fil FDM
- la place occupée par Formlabs dans l'équation de l'impression 3D

Les nouveaux progrès de l'impression 3D

Les nouveaux progrès de l'impression 3D

L'impression 3D fait évoluer en permanence les méthodes de prototypage et de production, en devenant de plus en plus accessible et abordable. Cette évolution technologique donne maintenant aux designers et aux ingénieurs l'opportunité d'améliorer rapidement leurs produits par itération.

IMPRESSION 3D : LA PREMIÈRE GÉNÉRATION

Auparavant, le prototypage industriel rapide exigeait des investissements importants. En plus de l'achat de matériel, il fallait engager des techniciens spécialisés et souscrire des contrats de maintenance coûteux. Aujourd'hui, les imprimantes 3D industrielles se trouvent dans des boutiques ou des laboratoires de fabrication de modèles, ou bien les impressions sont confiées à des prestataires de services industriels. C'est pourquoi l'impression 3D industrielle est souvent restreinte à des projets prioritaires ou des modèles destinés à une présentation finale et ne fait pas partie des moyens à disposition de chacun des concepteurs.

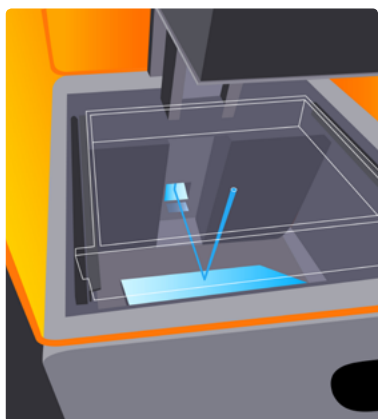
L'APPARITION DES IMPRIMANTES 3D DE BUREAU

L'introduction récente de l'impression 3D de bureau a élargi l'accès à cette technologie. Bien que la stéréolithographie ait été la première technologie d'impression 3D inventée, c'est la technologie de dépôt de filament en fusion (FDM pour Fused Deposition Modeling) qui a été la première utilisée dans les modèles de bureau.

Cette technologie dérivée de l'extrusion était abordable et a encouragé la diffusion de l'impression 3D, mais son usage a été limité pour des raisons de qualité des pièces et de fiabilité des imprimantes. Le haut niveau de qualité et la répétabilité des pièces sont des critères essentiels au succès de l'impression 3D.

UNE NOUVELLE SOLUTION : L'IMPRIMANTE STÉRÉOLITHOGRAPHIQUE DE BUREAU

L'imprimante Form 2 pour l'impression 3D stéréolithographique propose la qualité d'impression 3D industrielle dans un modèle de bureau abordable et accessible. Grâce à la technologie SLA, les designers et les ingénieurs peuvent imprimer des objets de grande qualité sur leur propre bureau, ce qui réduit la durée entre deux cycles d'essais de quelques jours ou semaines à quelques heures seulement.



Comment fonctionne la stéréolithographie ?

La stéréolithographie est une technologie permettant de construire un modèle par couches, en durcissant un polymère liquide à l'aide d'un rayon laser. Le laser est dirigé et commandé par deux galvanomètres. À la fin de chaque couche, le bac à résine laisse apparaître le matériau durci, par un mouvement de décollement. La plateforme où est construit l'objet se déplace alors de 25 à 100 microns, en fonction du choix de la hauteur de la couche, et prépare la phase de solidification de la couche suivante. En stéréolithographie inverse, la fabrication commence par le haut et la pièce apparaît progressivement inversée, « la tête en bas ».

LES COMPOSANTES PRINCIPALES DE L'IMPRIMANTE

1. Le laser

La Form 2 est équipée d'un laser en lumière bleue de 405 nm. Un circuit personnalisé déclenche des pulses, qui libèrent l'énergie du laser pour faire passer le photopolymère de l'état liquide à l'état solide.

2. Les galvanomètres

Lorsque le rayon du laser se propage optiquement, il est réfléchi par deux miroirs, réglés très finement et pouvant osciller rapidement, qui le positionnent précisément. Cet équipement commande le balayage répété de la plateforme de construction par le laser, des centaines voire des milliers de fois par seconde, avec une précision de l'ordre d'une fraction de millimètre.

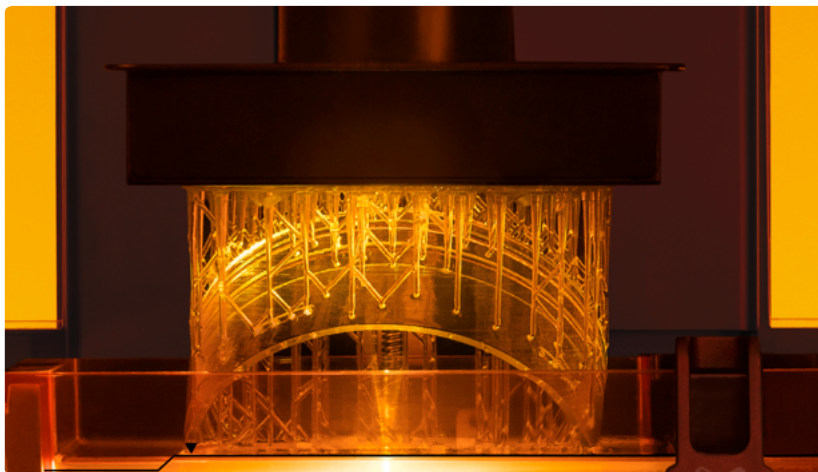
3. Le bac à résine

La face inférieure du bac à résine interchangeable est une fenêtre optique transparente. Au fond du bac se trouve une couche de silicone, non collante et transparente, laissant le rayon laser le traverser pour passer dans le bac à résine.

Cette surface non collante sert de substrat à la résine liquide lorsqu'elle durcit, et permet de décoller délicatement les couches qui viennent de se former.

Le processus de durcissement

Lorsque le laser entre en contact avec une fine couche de résine, celle-ci se durcit en se liant chimiquement aux couches adjacentes et crée ainsi une pièce dense et étanche.

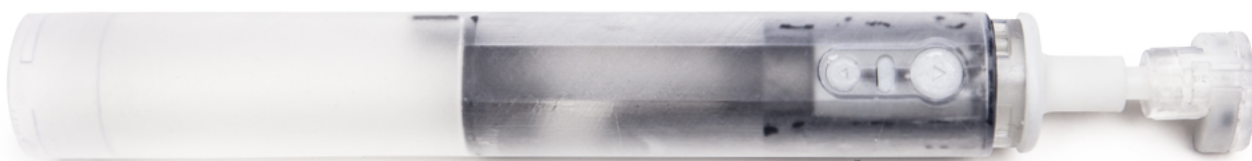


L'imprimante 3D de bureau comparée aux impressions 3D industrielles ou par des prestataires

PROTYPAGE RAPIDE

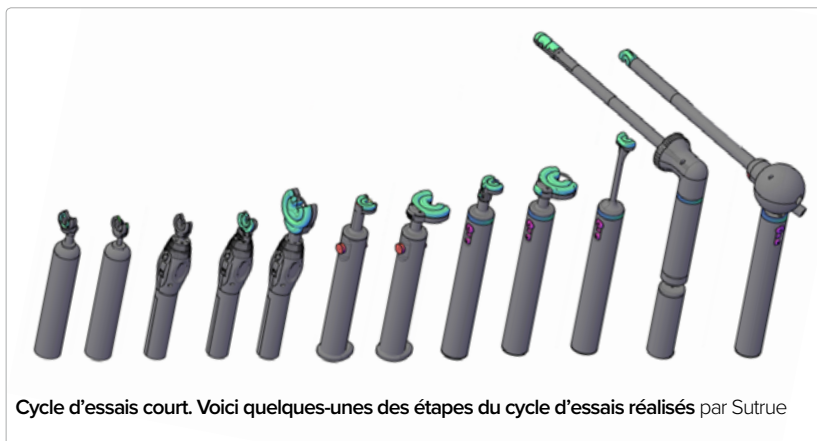
La réduction du délai de production est un avantage énorme apporté par l'acquisition d'une imprimante 3D personnelle de bureau. Lorsqu'on travaille avec des prestataires, le temps de production, les communications et les expéditions augmentent le délai. Avec une imprimante 3D de bureau comme la Form 2, vous obtenez votre pièce dans les heures qui suivent et vous pouvez en imprimer plusieurs par jour. La vitesse d'impression de la Form 2 est supérieure à toutes les autres imprimantes SLA de bureau existantes, pour des hauteurs de couche identiques.

Suttrue, une start-up britannique spécialisée dans les appareils de suture médicale pour les hôpitaux, a réduit à quelques jours son cycle d'essais qui durait auparavant plusieurs mois, en utilisant l'imprimante Form 1+.



RAPIDITÉ DE MODIFICATION D'UNE PIÈCE

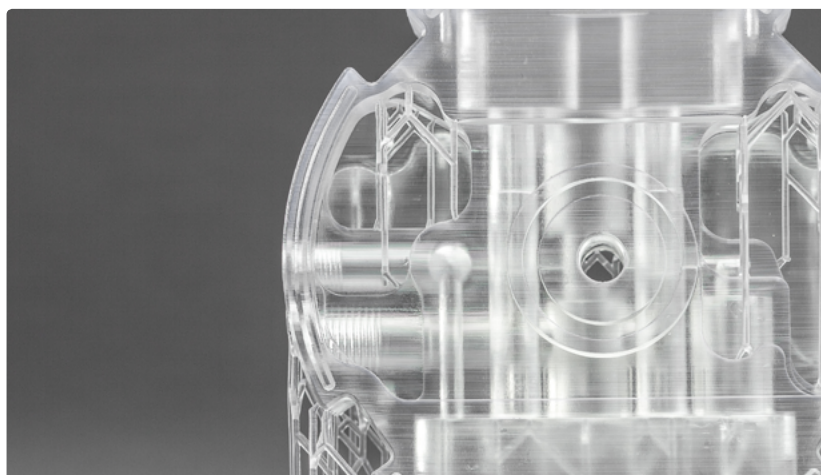
Une impression 3D de bureau vous permet de vérifier rapidement les aspects fonctionnels et esthétiques d'une pièce. Le haut niveau de résolution obtenu par SLA permet de fabriquer des composants fonctionnels de la qualité requise pour l'évaluation de la conception des pièces, sans devoir les retravailler ensuite. Les mécanismes et assemblages peuvent être immédiatement testés, à votre bureau, et modifiés facilement en quelques jours, ce qui réduit énormément la durée du développement d'un produit et les coûts qu'engendrent des modifications des outils.



RÉDUCTION DES COÛTS

Le prix des imprimantes industrielles peut dépasser 60 000 \$. Leur fonctionnement requiert des techniciens spécialisés et des contrats de services coûteux. Ces coûts correspondent à l'achat de tout un « parc » d'imprimantes 3D de bureau. Ces appareils peuvent être installés sur les bureaux de chaque designer et ingénieur, ce qui augmente la productivité et diminue le temps d'attente. Intégrer cette technologie au quotidien en rendant l'impression 3D plus accessible pendant le développement peut changer complètement le processus de prototypage.

Réduction des coûts. Ce socle qui fait partie d'un assemblage de robot préhenseur a été imprimé sur une Form 2, ce qui a économisé le coût de l'usinage du prototype. La pièce présente des connecteurs filetés suffisamment étanches pour maintenir le vide.



COÛT DE FABRICATION D'UN SOCLE*

Coût du matériel pour Form 2	€33.03
Bureau de prestataires avec imprimantes SLA Form 2	€623.09
Usinage de la pièce en aluminium en atelier avec machine CNC	€987.52
Nombre d'impressions pour amortir le prix de l'imprimante	5

* Le prix correspondant au bureau de prestataires a été tiré du site 3DHUBS où la Form 2 a reçu 5 étoiles de la part des utilisateurs. Le devis pour l'usinage provient de Protolabs.com. Les deux estimations datent de mars 2015.

Disposer de sa propre imprimante 3D Form 2 permet de réaliser de substantielles économies par rapport au prototypage par des prestataires ou des ateliers d'usinage, comme le montre le tableau à gauche. Le coût d'une impression peut être calculé en multipliant le volume de la pièce, donné par le logiciel PreForm de la Form 2, par le coût de la résine, soit 0,149 \$/ml. Le logiciel PreForm peut être téléchargé gratuitement et permet d'estimer les coûts avant même d'acheter l'imprimante Form 2.

PLUS DE LIBERTÉ PENDANT LA CONCEPTION

Le processus de conception est complètement modifié du fait de la grande rapidité et du faible coût de fabrication avec l'imprimante 3D de bureau. Travailler avec sa propre imprimante permet de faire rapidement de nombreux essais de conception et donne la liberté d'essayer des idées non conventionnelles. Des équipes qui ne travaillent pas au même endroit et utilisent plusieurs imprimantes peuvent réaliser les impressions et vérifier indépendamment la conception, tout en se transmettant les objets en version numérique.



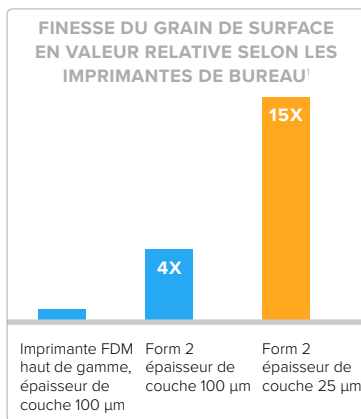
L'impression stéréolithographique comparée à d'autres technologies d'impression 3D de bureau

Des impressions 3D de haute qualité permettent de lancer des projets dans un environnement de travail de niveau professionnel. Les imprimantes SLA de bureau fournissent des pièces d'une qualité supérieure à celle des appareils FDM

FINITION DES PIÈCES

La stéréolithographie permet de fabriquer des pièces avec une surface lisse, dès leur production. Les pièces peuvent être immédiatement peintes ou encore poncées et polies pour obtenir une surface brillante ou transparente d'un point de vue optique.

Cette qualité de surface convient parfaitement aux applications requérant une finition sans défaut, comme la fonderie de précision en joaillerie ou la



galvanoplastie. À l'autre bout du spectre des applications, la combinaison des finesses de la finition de surface et de la résolution permettent de copier des textures très fidèlement. Les imprimantes 3D de bureau donnent aux designers et aux artistes la possibilité d'atteindre des niveaux de détails jamais égalés.

Applications : modèles de présentation, finition de haut niveau, fonderie de précision (cire perdue), fabrication de moules

NIVEAU DE DÉTAILS

Selon la forme de la pièce, les motifs de la surface, en négatif ou positif, peuvent être de l'ordre de 300 microns ou moins (0,3 mm). Il est important qu'une imprimante dispose de ce niveau de détail pour réduire la durée de finition sur les grandes pièces et obtenir un niveau de détail important sur les petites pièces, difficiles à poncer ou polir.

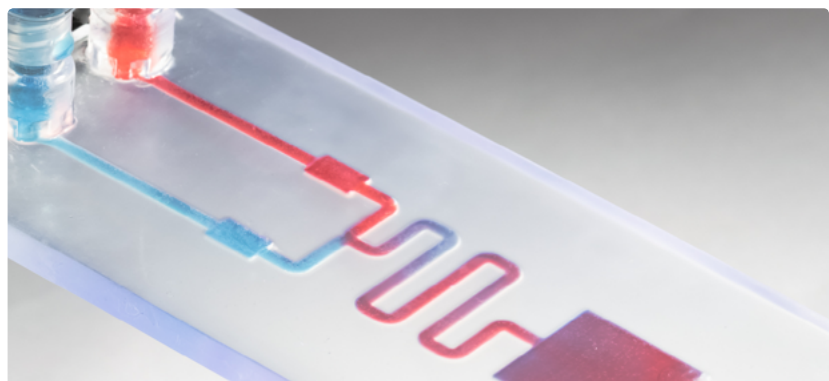
Applications : assemblages de précision, joaillerie, dessin de caractères, fabrication de modèles

ÉTANCHÉITÉ DES PIÈCES

Alors que la technologie FDM réalise une liaison mécanique entre les couches, la SLA crée une liaison chimique entre les photopolymères des différentes couches, ce qui donne des pièces denses. La liaison est étanche à l'eau et à l'air et solide dans toutes les directions. Les pièces denses présentent plusieurs avantages fonctionnels. Il est possible de réaliser des micro-canaux pour le transfert et le mélange de liquides. Les pièces peuvent être filetées ou taraudées, ce qui permet de réaliser des connexions étanches à l'air avec du ruban de Téflon pour le prototypage de pièces pneumatiques basse pression. Des pièces solides et pleines peuvent transmettre et réfracter la lumière. La résine transparente standard peut être utilisée pour réaliser des lentilles ou permettre de voir l'intérieur d'assemblages complexes.

Applications : Microfluidique, recherche, prototypage de lentilles, pneumatique

Un mélangeur millifluidique imprimé sur une Form 2. Il permet le mélange de fluides dans des canaux internes. La surface a été polie pour bien voir l'intérieur de l'appareil.

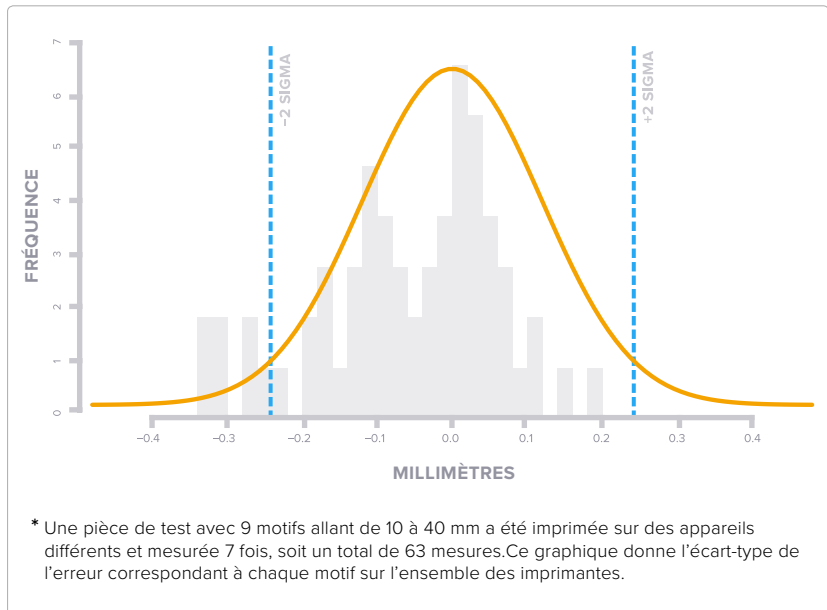


PRÉCISION

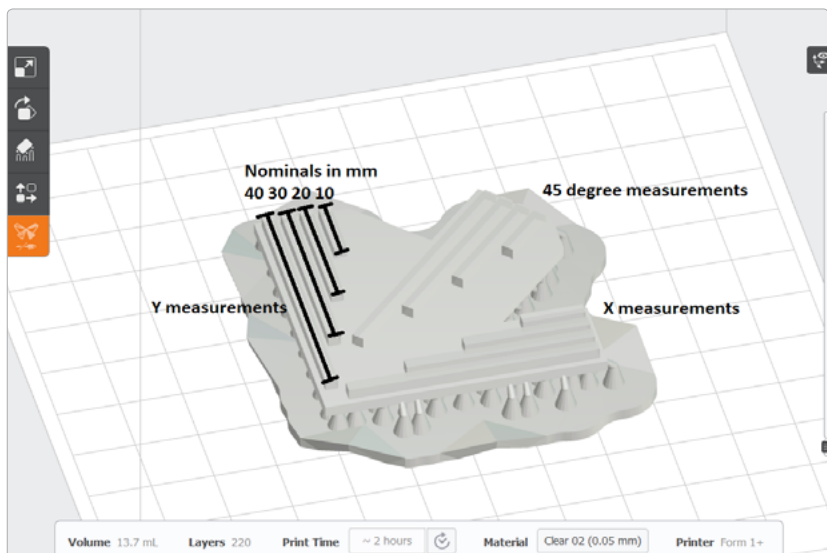
Les imprimantes Formlabs sont capables de réaliser des pièces de dimensions précises à l'identique. Cette qualité de répétabilité est importante pour des designers ou des ingénieurs qui conçoivent des assemblages ou des pièces imprimées pour de la fonderie de précision.

Des mesures ont montré récemment que 95% des pièces imprimées présentaient une erreur inférieure ou égale à 240 μm (0,24 mm) par rapport à la dimension de spécification.

Applications : assemblages mécaniques, prototypage, vérification d'erreurs de conception



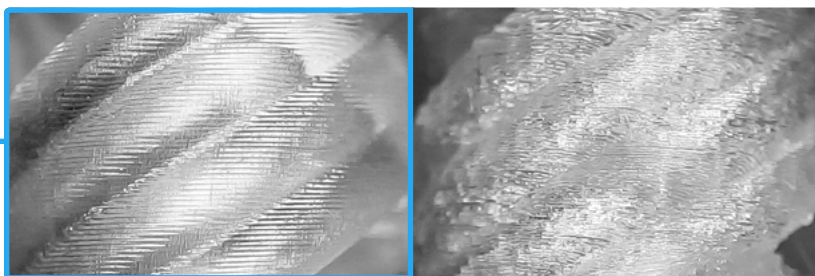
Une série d'impressions a été faite à l'aide du fichier PreForm présenté à droite, afin de prendre des mesures. Toutes ont été faites avec de la résine transparente Formlabs, à 50 μm et avec supports. Toutes les pièces ont été nettoyées à l'alcool isopropylique pendant 15 minutes puis durcies ensuite pendant 15 minutes.



DURÉE DE FABRICATION ET RÉOLUTION

Les imprimantes 3D permettent de contrôler l'épaisseur de couche et la durée d'impression. Choisir des épaisseurs importantes, 100 μm par exemple, accélère l'impression mais les couches sont alors plus visibles, surtout sur des surfaces à faible pente par rapport à la plateforme de construction. Des couches moins épaisses de 25 μm donnent des surfaces plus lisses, ce qui est intéressant pour la fonderie et lorsqu'on cherche à imprimer des détails précis, mais qui augmente la durée d'impression.

Les imprimantes 3D travaillent en « découpant en tranches » des modèles numériques puis en les réalisant physiquement couche par couche. Elles sont souvent comparées entre elles sur la base de l'épaisseur de ces couches, appelée également résolution. Pourtant, une pièce imprimée à 100 μm sur une imprimante FDM n'a pas le même aspect qu'une pièce imprimée à 100 μm sur une imprimante SLA, en raison du mode de fabrication des couches. Le procédé de fabrication a un effet particulièrement important sur la qualité et les propriétés physiques de la pièce finie.



Finition de surface : les pièces fabriquées par la Form 2 (à gauche) présentent une finition de surface bien plus lisse que celles fabriquées selon le procédé de dépôt de fil FDM (à droite)



L'écosystème Formlabs

Nous sommes persuadés que l'impression 3D doit faire partie de notre quotidien. Formlabs a créé un ensemble complet qui permet à tout un chacun d'imprimer en 3D sur son bureau quand il le souhaite.

TRAITEMENT DES FICHIERS AVEC PREFORM

L'impression 3D sur la Form 2 commence avec Preform, un ensemble logiciel permettant de préparer les fichiers d'impression STTL ou OBJ. Preform a plusieurs fonctions, dont deux sont essentielles à la qualité d'impression : l'orientation et la création de supports. Ces tâches sont compliquées et ces deux fonctions ont été automatisées dans PreForm pour qu'elles soient faites rapidement et de manière fiable. PreForm répare également les fichiers en cas de problème, pour que la géométrie du modèle s'imprime correctement. Une fois le fichier téléchargé rapidement par USB sur l'imprimante, vous pouvez débrancher votre ordinateur. Le système va fonctionner tout seul, même toute la nuit. PreForm est gratuit et vous pouvez le télécharger à partir de notre site Web.

PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

Après avoir préparé un fichier pour l'impression 3D, il faut choisir un type de résine. Formlabs propose une gamme de résines acryliques photopolymères qui se répartit en deux catégories : Standard et Fonctionnelles. Les résines Standard présentent une résistance à la traction comparable à celle de l'ABS monolithique, avec des nuances de couleur et des niveaux de transparence utiles pour le prototypage. Les concepteurs peuvent tirer profit, pour des applications particulières, des propriétés spécifiques des résines fonctionnelles, comme la souplesse ou la capacité à fondre proprement pour la fonderie de précision. Il est possible de changer de matériau en quelques secondes, en stockant à proximité de l'imprimante plusieurs bacs à résine protégés contre la lumière.

KIT DE FINITION

Après impression, la pièce est encore recouverte de résine liquide. L'imprimante Formlabs est fournie avec un kit de finition qui permet d'organiser le nettoyage de la pièce et de le simplifier. L'utilisateur enlève les modèles imprimés de la plateforme puis les nettoie dans l'alcool isopropylique pendant 20 minutes. Une fois séchés, il est facile d'enlever les pièces avec les pinces coupantes. Elles sont alors prêtes à l'emploi.

GARANTIE

En production, le temps de fonctionnement des équipements est essentiel pour maximiser la productivité. Formlabs propose une garantie d'une année pour chaque imprimante et un service d'assistance client rapide, avec réponse par e-mail le même jour.

Un ensemble de services améliorés est proposé aux professionnels, qui met à leur disposition des formations spécialisées, une assistance par téléphone et une maintenance prioritaire.

¹La rugosité relative a été calculée à partir de valeurs moyennes de rugosité (Ra) d'échantillons plats imprimés avec des orientations de 0°, 45° et 90°, dans le sens du grain et dans le sens inverse. Les mesures ont été réalisées en triple exemplaire à l'aide d'un profilomètre Dektak 150, avec des valeurs standards de balayage sur une zone échantillon de 4000 µm.



