

## Guide de l'impression 3D SLA pour l'enseignement et la recherche

# Table des matières

<b>Guide de l'impression 3D SLA pour l'enseignement et la recherche</b>	<b>3</b>
<b>Démystifier les spécifications d'une imprimante 3D</b>	<b>3</b>
Résolution XY	5
Épaisseur de couches	6
Vitesse maximum	7
Finitions des surfaces	7
Précision	7
Une meilleure façon d'évaluer les imprimantes 3D professionnelles	8
<b>Que signifie la résolution dans l'impression 3D ?</b>	<b>9</b>
Résolution vs. taille caractéristique minimale	9
Résolution et impression 3D	10
L'impression 3D haute résolution	10
SLA vs. FDM	11
Laser vs. DLP	11
Comprendre la résolution XY	12
Conception d'un modèle de test	12
Analyse du modèle	13
Interprétation des résultats	13
Comprendre la résolution sur l'axe Z	14
Une hauteur de couche plus petite est-elle toujours préférable ?	14
Quand des couches plus fines n'ont aucun intérêt	15
Quand choisir une résolution élevée sur l'axe Z	16
<b>Comment choisir la bonne technologie de l'impression 3D : FDM, SLA ou SLS</b>	<b>17</b>
<b>Ressources supplémentaires</b>	<b>18</b>

## L'impression 3D dans un contexte éducatif

Chez Formlabs, nous encourageons l'apprentissage pratique grâce à l'intégration de la modélisation 3D et de l'impression 3D dans l'enseignement STEAM. Des cours de modélisation en lycée aux laboratoires biomédicaux universitaires, il n'y a pas de limites aux applications de l'impression 3D dans l'enseignement et la recherche.

Nos clients utilisent l'impression 3D pour inspirer les étudiants et repousser les limites de la recherche en créant des modèles 3D, des prototypes et des outils personnalisés qui seraient autrement trop coûteux ou trop complexes à produire. Par exemple, des chercheurs de l'École Dentaire de l'Université de l'Indiana qui se spécialisent dans les prothèses maxillo-faciales ont utilisé le Form 2 pour [créer une mâchoire artificielle](#) pour un survivant du cancer. [Le lycée de Somerville](#) utilise l'impression 3D comme outil d'apprentissage par projet dans son programme de formation professionnelle et technique (CTE). Des étudiants en médecine dentaire et générale du monde entier pratiquent des procédures sur des pièces imprimées en 3D avant de les exécuter sur des patients.

Avant d'intégrer une imprimante 3D dans votre salle de classe ou votre laboratoire, vous devez prendre en compte quelques aspects importants afin de pouvoir choisir la technologie adaptée à vos applications. Dans ce guide, nous décrivons les spécifications importantes de l'imprimante 3D que vous devez comprendre et la résolution réelle de l'impression 3D. Nous aborderons également les différentes technologies d'impression 3D, ainsi que leurs forces et faiblesses en comparaison les unes avec les autres.

**Le saviez-vous?** Les meilleurs éducateurs des États-Unis nous font confiance. 46 des 50 meilleures universités des États-Unis sont équipées par Formlabs.

## Démystifier les spécifications d'une imprimante 3D

Lorsque le secteur de l'impression 3D a explosé en 2014, une myriade de nouvelles entreprises se sont ruées sur le marché, affirmant être la prochaine révolution en matière d'impression 3D. Chaque semaine, une nouvelle imprimante 3D professionnelle voit le jour - chacun vantant un produit avec une nouvelle fonctionnalité ou une spécification unique.

Naturellement, toute cette nouveauté a attiré l'attention des consommateurs et des professionnels. À chaque lancement de produit, de plus en plus de personnes s'intéressent aux applications de l'impression 3D, en particulier pour l'ingénierie industrielle et le prototypage de design. Cependant, au fur et à mesure que cet intérêt augmentait, l'utilisation d'un jargon marketing déroutant dans les tableaux de spécifications d'imprimantes 3D professionnelles a également augmenté.

Pour illustrer cette tendance, voici un exemple commun de tableau de comparaison de spécifications :

Que remarque-t-on ? Ce qui ressort est l'ensemble des majuscules, des chiffres et des parenthèses. On pourrait regarder cette information et supposer qu'ils avaient besoin de l'imprimante en surbrillance. Après tout, elle a les meilleures caractéristiques et les chiffres les plus impressionnants (quoique portant à confusion).

Technology	<b>DLP-SLA</b>	Laser-SLA	LCD-SLA	DLP-SLA	DLP-SLA	Laser-SLA	FDM
XY Resolution	<b>25~ 80µm (adjustable)</b>	140µm	75µm	100µm	37 ~ 100µm	250µm	> 100µm
Layer Resolution	<b>10µm (Customized)</b>	25µm	10µm (Customized)	20µm	5µm	5µm	100µm
Max Speed	<b>3.8 in/hr (Z 100µm) (very fast)</b>	1.2 in/hr (Z 100µm)	1000cc/hr (=1.7in /hr) (Z 100µm)	1.0in / hr	2.7 in/hr (Z 100µm)	-	Slow
Surface	<b>Good</b>	Good	Good	Good	Good	Good	Good (Lower speed)
Max Print Volume (inch)	<b>6.1 x 3.7 x 7.1 (L x W x H)</b>	5.7x5.7x 6.9 (L x W x H)	7.5x4.8X 7.8 (L x W x H)	5.0x3.2X 9 (L x W x H)	7.5x4.25x 9.4 (L x W x H)	7x7x8 (L x W x H)	11.2x6.0x6.1 (L x W x H)
Material	<b>Resin</b>	Resin	Resin	Resin	Resin	Resin	PLA
XY Resolution Control	<b>YES</b>	NO	NO	NO	YES	NO	NO
Price	<b>\$1,699+</b>	\$3,999	\$1,399	\$3,499	\$2,999	\$2,999	\$1,999

※ Printing speed depends on resin and build area. Integrator's printing speed is measured using Makerjuice G+ resin.

Le problème? Ce tableau ne dit pas grand-chose.

Si vous achetiez une imprimante 3D professionnelle, ce tableau ne vous aiderait pas à comprendre ce qui compte vraiment : comment la pièce sortira. Cette approche n'aide pas les clients à choisir la bonne imprimante 3D pour leurs besoins et, à long terme, elle n'aide pas l'industrie de l'impression 3D professionnelle à se développer.

Ce n'est pas censé être une décomposition technique de toutes les spécifications de l'imprimante 3D. Au lieu de cela, l'objectif est de faire la lumière sur ce que certaines spécifications d'imprimantes 3D couramment discutées signifient réellement et d'aider les entreprises à comprendre ce qu'elles devraient réellement rechercher.

Commençons par plonger dans certaines des spécifications individuelles énumérées dans le tableau ci-dessus.

## Résolution XY

La résolution XY est la spécification la plus utilisée pour les imprimantes 3D stéréolithographiques (SLA). Dans de nombreuses circonstances, c'est aussi la moins bien comprise.

Typiquement, la résolution XY est utilisée pour décrire les détails ou les caractéristiques d'une pièce. Dans le tableau ci-dessus, la résolution XY répertoriée pour cette imprimante de traitement de la lumière numérique (DLP) - SLA (25-80 microns) est incroyable, mais que décrit réellement ce nombre?

Selon toute probabilité, c'est la résolution du projecteur réel, ce qui explique pourquoi il s'agit d'une plage variable. Ce nombre ne dit pas toute l'histoire. En fin de compte, il existe une pléthore de variables qui peuvent affecter le résultat d'une impression. En regardant uniquement la résolution XY, nous sommes amenés à croire qu'il existe un rapport de 1: 1 entre la taille d'un pixel sur le projecteur et la résine durcie de la pièce.

Voici pourquoi c'est un calcul erroné: il ne prend pas en compte le matériau, le processus d'impression, le logiciel utilisé, ou de nombreuses autres variables. En conséquence, cette spécification ne nous dit rien sur ce que vous pourriez réellement produire avec cette machine.



*Ces deux tours ont été imprimées avec la même résolution XY. La tour sur la gauche paraît plus lisse car elle est fabriquée avec notre nouveau matériau noir mat.*

[Commander un échantillon](#)

## ÉPAISSEUR DE COUCHES

L'épaisseur de la couche est généralement utilisée pour décrire la finition de surface d'une pièce. Alors que l'épaisseur d'une couche est souvent meilleure à des hauteurs de couche inférieures, le problème est que la rugosité d'une surface n'est pas systématiquement liée à la hauteur de la couche.

Pour illustrer ceci, regardez les images ci-dessous de quelques pièces imprimées sur la Form 2 qui montrent que la relation entre l'épaisseur de la couche et la finition de la surface n'est pas ce à quoi on pourrait s'attendre. Dans l'image ci-dessous, vous verrez deux anneaux, l'un imprimé en Castable Resin et l'autre en Black Resin. Castable Resin a une finition de surface légèrement plus lisse et le micro pavé est un peu plus net.



*Black Resin (hauteur de la couche de 25 microns).*



*Castable Resin (hauteur de couche de 50 microns).*

Mais voici le problème : l'anneau imprimé en Castable Resin était en réalité imprimé à 50 microns, alors que l'anneau imprimé en Black Resin était imprimé à 25 microns.

Si l'anneau imprimé dans Castable Resin rend mieux à 50 microns, c'est parce que cette résine a été conçue pour produire des résultats optimum à 50 microns. De plus, l'équipe Formlabs a développé les paramètres d'impression spécialement pour ce matériau sur la Form 2 pour s'assurer qu'il serait particulièrement performant pour le coulage à modèle perdu.

Certaines entreprises indiquent la résolution de l'axe Z au lieu de la hauteur de la couche, ce qui a la même utilité que la résolution XY, car elle indique la distance **à laquelle le moteur peut bouger mécaniquement sur l'axe Z.**

Ce qu'il faut retenir : juste parce qu'un fabricant d'imprimantes revendique une hauteur de couche «X», ne signifie pas que l'imprimante aura une meilleure finition de surface.

## VITESSE MAXIMUM

La vitesse maximale est une métrique difficile à quantifier, en particulier sur différentes imprimantes. Encore une fois, il n'y a pas assez d'informations pour que nous comprenions vraiment comment ces imprimantes fonctionneront lors de la production de pièces. Le temps d'impression est impacté non seulement par les variables standard, mais aussi par des facteurs tels que la géométrie et l'orientation de la pièce.

Par exemple, une pièce plus grande prendra plus de temps qu'une pièce orientée plus près de la plaque de construction car il y a plus de couches à imprimer. En outre, la façon dont un objet est orienté et pris en charge va changer le temps nécessaire pour imprimer la pièce.

Un point de référence commun est la vitesse à laquelle une imprimante peut produire un cube d'un pouce. Le problème avec cet exemple est qu'il est très spécifique. Sauf si vous êtes un fabricant de dés, les cubes d'un pouce ne sont pas un bon moyen d'estimer combien de temps votre partie prendra pour imprimer.

## FINITIONS DES SURFACES

Les décisions dans la vie seraient tellement plus faciles si «bon» et «mauvais» étaient les seuls moyens de quantifier les spécifications. La finition de surface a été discutée plus haut en ce qui concerne l'épaisseur de la couche, mais il faut garder à l'esprit qu'il n'y a pas de spécification réelle pour la finition de la surface. La finition de surface peut différer selon la géométrie (surfaces courbes ou droites) et l'orientation. La seule façon de comparer la finition de surface entre imprimantes est de savoir si chaque fabricant d'imprimantes 3D a publié les résultats d'une pièce standard et d'un profilomètre. Malheureusement, cela ne va probablement pas arriver de si tôt.

## PRÉCISION

La précision n'est pas incluse dans le tableau de l'introduction, mais c'est quelque chose que quelques fabricants d'imprimantes 3D ont publié récemment. L'erreur que beaucoup d'acheteurs d'imprimantes 3D font est de supposer que la résolution XY ou l'épaisseur de la couche déterminera la précision de la pièce finale.

La vérité est que la précision globale est difficile à déterminer, en grande partie parce qu'elle peut être affectée par la longueur, la géométrie et l'orientation. Voici un exemple d'une déclaration de précision pour une grande machine industrielle :

<b>Exactitude (typique)</b>	0,025mm par 25,4mm de la dimension de la pièce. L'exactitude peut varier en fonction des paramètres d'impression, de la géométrie, orientation et taille de la pièce, et du post-traitement.
-----------------------------	--

*Précision pour une grande imprimante industrielle (environ 100 000 \$).*

Au début, il semble que toutes les parties se situent entre 25 et 50 microns, mais la note de bas de page fait référence à peu près à tous les aspects de la production d'une pièce.

## UNE MEILLEURE FAÇON D'ÉVALUER LES IMPRIMANTES 3D PROFESSIONNELLES

Ce n'est pas que tout le monde dans notre industrie essaie de vous tromper. La vérité est, l'industrie de l'impression 3D ne dispose pas d'un ensemble de spécifications standard qui décrit adéquatement ce que vous pouvez attendre d'une imprimante 3D. Même avec une technologie établie, les spécifications ne sont pas assez pour comprendre la chose.

Le résultat dépend vraiment du matériel, du système d'exploitation, de l'application et de plusieurs autres facteurs.

Ceci étant dit, tout espoir n'est pas perdu. Voici quatre conseils qui vous aideront à évaluer efficacement différentes imprimantes 3D :

**Échangez avec le fabricant.** Vous investissez dans quelque chose pour vous aider à parcourir plus rapidement et à construire de meilleurs produits. Le meilleur moyen de mieux comprendre la technologie d'une entreprise et le fonctionnement de ses produits est de parler à son équipe.

**Demander un échantillon** Nous avons établi que les spécifications des imprimantes 3D ne sont pas un bon moyen d'évaluer ce qu'une imprimante peut réellement produire. Pour voir si une imprimante spécifique répondra à vos besoins, demandez au fabricant de l'imprimante 3D de vous envoyer un échantillon, comme [celui-ci](#). Une fois que vous avez reçu l'échantillon, demandez à l'entreprise de fournir plus d'informations. Par exemple:

Combien de temps cela a-t-il pris pour imprimer?

Quel est le volume de résine utilisé?

Quelle est l'épaisseur de la couche?

Si vous faites cela avec plusieurs sociétés différentes, vous verrez que la finition de surface de différentes imprimantes peut varier, même à la même hauteur de couche.

**Demandez des échantillons personnalisés.** Toutes les entreprises ne le feront pas, mais il ne coûte rien de le demander. Voir votre dessin imprimé vous aidera à comprendre ce à quoi vous pouvez vous attendre lorsque vous commencerez à utiliser la machine. Si la plupart de vos pièces sont protégées (propriété industrielle), essayez de concevoir une pièce avec des caractéristiques similaires.

Lorsque vous envoyez un modèle pour un échantillon personnalisé, assurez-vous que la conception est représentative de votre entreprise ou de votre cas d'utilisation. Pour la plupart des applications de prototypage, nous recommandons généralement d'envoyer un modèle qui représente environ 80% de votre activité. Envoyer une pièce compliquée représentant un faible pourcentage de ce que vous imprimez peut mener à l'achat d'une solution qui n'a pas vraiment de sens pour votre travail.

Recherchez des guides de conception. La plupart des fabricants d'impression 3D ont publié des guides de conception qui aident les clients à comprendre comment mieux utiliser et concevoir des modèles pour leurs imprimantes. Des guides comme le [Guide de conception Formlabs](#) fournissent des spécifications pour différents types de caractéristiques.

## Que signifie la résolution dans l'impression 3D ?

Dans notre section précédente, nous avons brièvement abordé la résolution XY. Maintenant, nous voulons approfondir ce que signifie réellement la résolution et comment nous pouvons la mesurer. La "résolution" est une valeur souvent discutée mais rarement comprise dans le monde de l'impression 3D. Quelle est l'influence de la résolution XY et Z sur la qualité de vos impressions 3D? Quelle est la taille minimale de la fonctionnalité et quelle hauteur de couche devriez-vous choisir?

Dans cette section, vous apprendrez comment la résolution affecte vos impressions 3D et comment elle diffère entre les imprimantes SLA, FDM et DLP.

[Résolution vs. taille caractéristique minimale](#)

[Comprendre la résolution XY](#)

[Comprendre la résolution sur l'axe Z](#)

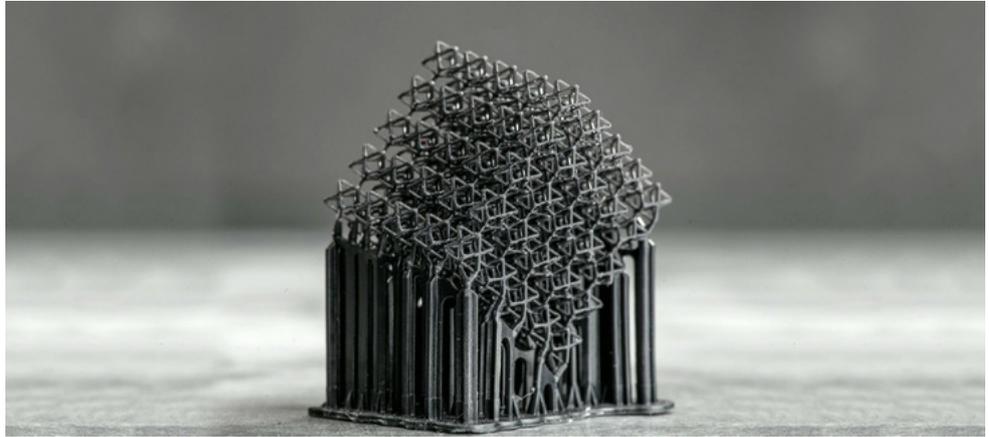
### RÉSOLUTION VS. TAILLE CARACTÉRISTIQUE MINIMALE

Les différentes technologies sont en grande concurrence quand il s'agit de résolution. Les fabricants de téléviseurs ont récemment quadruplé le nombre de pixels de leurs produits en passant de la HD à la 4K, et bientôt à la 8K. La résolution sera la principale caractéristique dont les téléphones portables, les tablettes et tout dispositif muni d'un écran pourront se vanter. Mais ce n'est pas nouveau. Les guerres de résolution ont commencé depuis que la technologie est devenue populaire, et l'industrie de l'impression en fut l'un des principaux champs de bataille.

Dans les années 80 et 90, Canon, Brother, HP, Epson, Lexmark et bien d'autres s'affrontaient pour offrir les meilleures vitesses et résolutions d'impression. De 100 x 100 points par pouce (PPP), la résolution est rapidement passée à 300 x 300, puis à 600 x 600, pour atteindre aujourd'hui 1200 x 1200 PPP qui est la nouvelle norme de l'industrie. À l'époque, on comprenait parfaitement ces chiffres, et même l'unité qui les accompagne. Malheureusement, les choses se sont compliquées avec l'avènement de l'impression 3D.

## Résolution et impression 3D

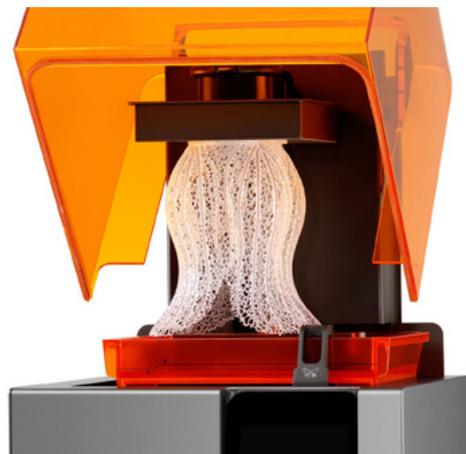
Dans l'impression 3D, il faut tenir compte de trois dimensions : les deux dimensions des plans en 2D (X et Y) et la dimension Z spécifique à l'impression 3D. Les dimensions XY et Z étant généralement contrôlées à travers des mécanismes différents, leurs résolutions sont différentes et doivent être traitées séparément. Cela prête à confusion concernant la signification du terme « résolution » dans l'impression 3D et le niveau de qualité d'impression attendue.



*Le niveau de détail d'une impression est influencé par la résolution sur les trois dimensions.*

## L'impression 3D haute résolution

Qu'est-ce que la résolution d'une imprimante 3D ? La réponse n'est pas simple. L'impression se faisant sur trois dimensions, il faut tenir compte d'au moins deux paramètres : le diamètre du laser sur le plan XY et la résolution sur l'axe Z (hauteur de couche). La résolution sur l'axe Z est facile à déterminer et est donc largement utilisée même si elle réfère moins à la qualité d'impression. La résolution la plus importante sur l'axe XY (qui correspond au diamètre du laser) est mesurée par imagerie microscopique et ne figure donc pas toujours sur les fiches techniques. En pratique, cela implique de choisir une imprimante avec de bonnes caractéristiques dans les deux catégories telle que la **Form 2**.



*L'imprimante 3D SLA Form 2 est caractérisée par une résolution élevée sur l'axe Z et une taille de laser extrêmement fine sur l'axe XY, ce qui explique son niveau de détail fin.*

## SLA vs. FDM

Les imprimantes 3D ont considérablement changé le paysage dès leur arrivée sur le marché public. Aujourd'hui, les imprimantes 3D par stéréolithographie (SLA) telles que la Form 2 et les imprimantes FDM cherchent toutes à dominer l'univers de l'impression 3D de bureau. L'un des principaux avantages des imprimantes SLA sur leurs concurrentes utilisant le dépôt de filament est la qualité d'impression : les imprimantes SLA produisent des pièces beaucoup plus lisses et détaillées. Bien que les imprimantes SLA permettent également d'obtenir des hauteurs de couche significativement faibles, l'amélioration de la qualité d'impression est attribuée à leur résolution XY supérieure.

Contrairement aux imprimantes FDM, la taille minimale des détails imprimés sur le plan XY en SLA ne dépend pas de la dynamique du flux de plastique fondu, mais plutôt de l'optique et de la cinétique de polymérisation. Les notions mathématiques derrière cela sont compliquées et dépassent les limites de cet article, mais gardez à l'esprit que les détails des pièces imprimées par SLA peuvent être environ aussi petits que le diamètre de leurs points laser, et que les points laser peuvent être très petits, surtout par rapport aux buses d'extrusion.

## Laser vs. DLP

En SLA, il existe deux principaux types de systèmes d'imagerie : par laser et par DLP (Digital Light Processing). Contrairement aux imprimantes DLP ayant une matrice de pixels fixe par rapport à la zone de construction, les appareils laser peuvent diriger le faisceau laser sur n'importe quelle coordonnée XY. Cela signifie que les machines laser, tenant compte de l'optique de haute qualité, peuvent reproduire la surface d'une pièce avec plus d'exactitude même lorsque le point laser est plus grand que le pixel DLP. Quelle que soit l'imprimante que vous choisirez, elle devrait être capable de capturer les moindres détails de vos créations, des modèles de test aux bustes réalistes de célèbres dirigeants. Choisissez donc la bonne imprimante 3D haute résolution pour donner vie à vos créations.

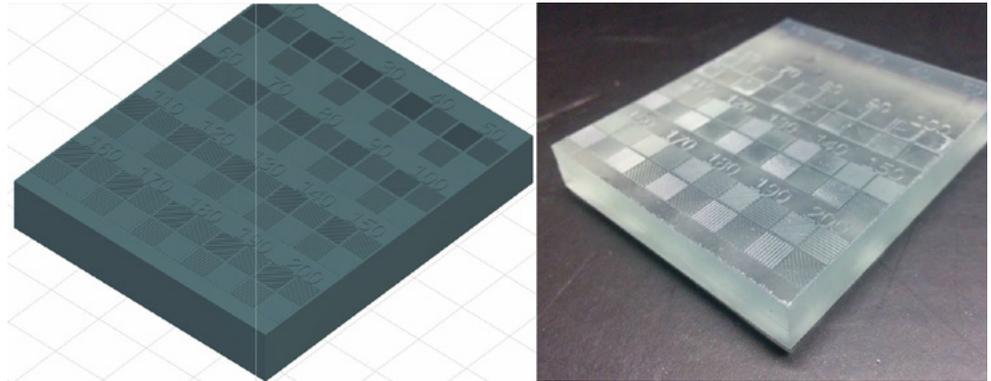
## UNDERSTANDING XY RESOLUTION

Dans le monde de l'impression 3D, la résolution XY est le facteur qui influence le plus la qualité de l'impression. Souvent discutée mais rarement comprise, la résolution XY (également appelée résolution horizontale) fait référence au déplacement le plus petit que peut faire le laser ou l'extrudeuse d'une imprimante à l'intérieur d'une même couche. Plus ce nombre est petit, meilleure est la qualité d'impression. Cependant, ce nombre ne figure pas toujours dans les fiches techniques, et lorsque c'est le cas, la valeur publiée n'est pas toujours exacte. Pour connaître la véritable résolution XY d'une imprimante, il faut comprendre la signification scientifique de ce nombre.

En pratique, comment la résolution XY affecte-t-elle vos impressions 3D? Pour le savoir, nous avons décidé de tester l'imprimante 3D SLA Form 2. La **Form 2** a une taille de diamètre laser de 140 microns (**FWHM**), ce qui devrait lui permettre d'imprimer des détails précis sur le plan XY. Nous le mettons à l'épreuve pour voir si cette résolution idéale est vraie.

## Conception d'un modèle de test

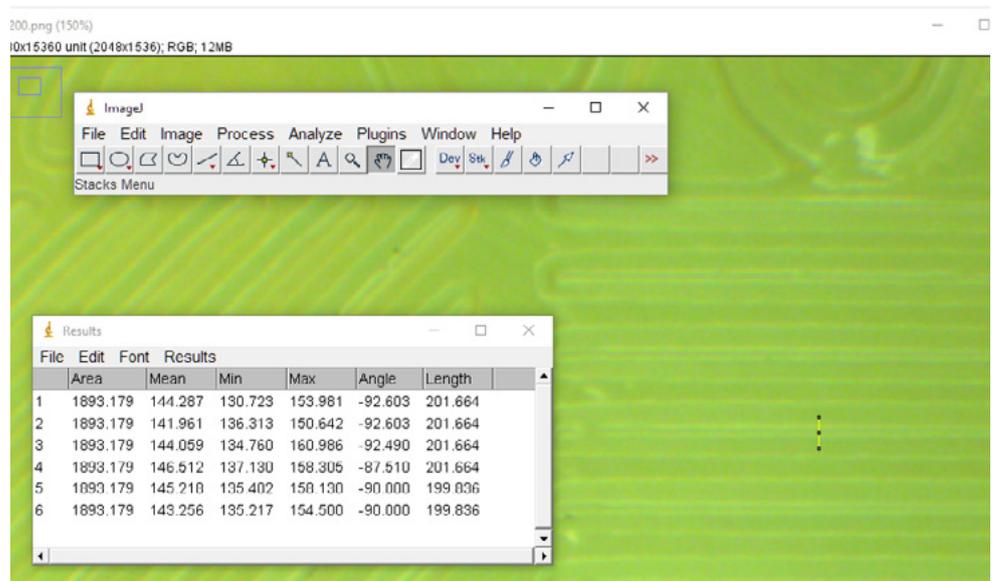
D'abord, nous avons conçu et imprimé un modèle pour tester le plus petit détail imprimable dans le plan XY. Il s'agit d'un modèle rectangulaire avec des lignes de largeur variable horizontalement, verticalement et sur la diagonale pour éliminer le biais directionnel. Les largeurs de ligne varient entre 10 et 200 microns avec une marche de 10 microns et sont d'une hauteur de 200 microns, ce qui est l'équivalent de deux couches imprimées avec une résolution de 100 microns sur l'axe Z. Le modèle a été imprimé avec Clear Resin, lavé deux fois dans un bain d'alcool isopropylique (IPA), et **post-traité par cuisson UV** pendant 30 minutes.



Pour tester le plus petit point imprimable de la Form 2 dans le plan XY, nous avons conçu un modèle (à gauche) avec des lignes de 10 à 200 microns et nous l'avons imprimé sur une résine transparente (à droite).

## Analyse du modèle

Après le post-traitement, nous avons placé le modèle sous un microscope et pris des photos haute résolution pour l'analyse. En utilisant **ImageJ**, le logiciel d'analyse d'image gratuit de NIH, nous avons d'abord mis les pixels de l'image à l'échelle puis mesuré les largeurs réelles des lignes imprimées. Nous avons rassemblé plus de 50 points de données par largeur de ligne afin d'éliminer les erreurs et la variabilité de mesure. Au total, nous avons imprimé et analysé trois modèles sur deux imprimantes différentes.

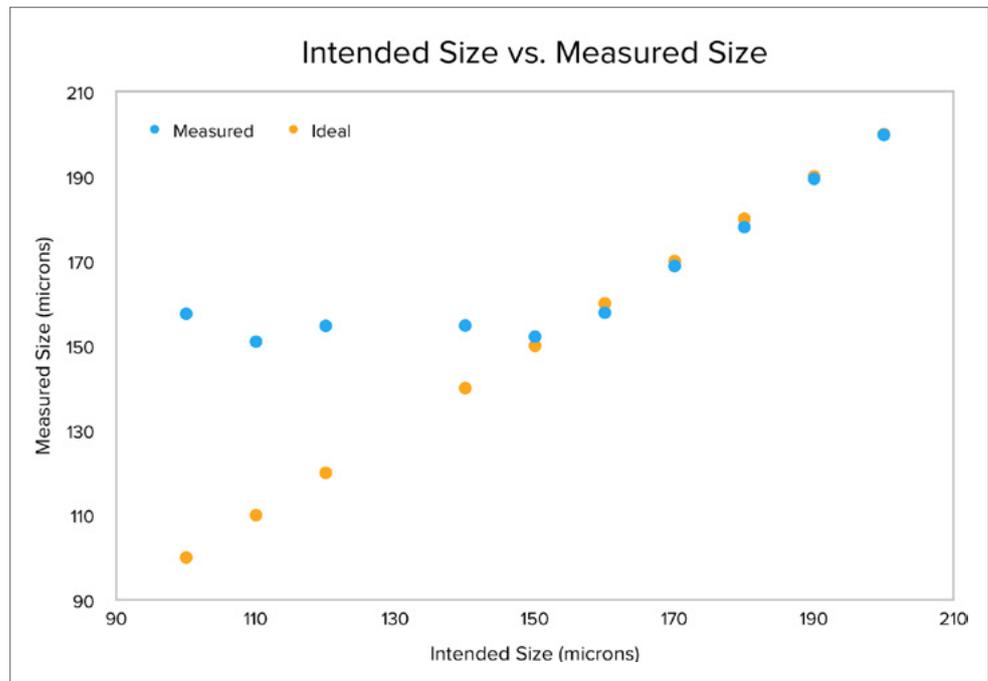


	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	1893.179	144.287	130.723	153.981	-92.603	201.664
2	1893.179	141.961	136.313	150.642	-92.603	201.664
3	1893.179	144.059	134.760	160.986	-92.490	201.664
4	1893.179	146.512	137.130	158.305	-87.510	201.664
5	1893.179	145.218	135.402	158.130	-90.000	199.836
6	1893.179	143.256	135.217	154.500	-90.000	199.836

Le modèle a été photographié et teinté en vert pour améliorer la visibilité. Sur le côté gauche de la fenêtre, la ligne jaune verticale avec des points noirs mesure la largeur d'une ligne photographiée.

## Interprétation des résultats

Lorsque la largeur de ligne de l'impression passe de 200 à 150 microns, les valeurs idéales sont comprises dans l'intervalle de confiance de 95 % pour la valeur mesurée. Lorsque les largeurs de ligne attendues sont inférieures à 150 microns, l'intervalle mesuré commence à dévier significativement de la valeur idéale. Cela signifie que l'imprimante peut produire fidèlement des impressions XY de la taille de 150 microns, c'est-à-dire aussi fines qu'un cheveu humain.



*Les résultats montrent que la Form 2 présente la même résolution XY (idéale et actuelle) pour les points d'au moins 150 microns de largeur.*

Sur la base de nos mesures, le plus petit point imprimable de la Form 2 dans le plan XY est d'environ 150 microns, qui est supérieur à son laser de 140 microns de seulement 10 microns. Le plus petit point imprimable ne peut jamais être inférieur à la taille du point laser, et plusieurs facteurs influencent sa valeur, à savoir : la réfraction du laser, la contamination microscopique, la composition chimique de la résine, et de nombreux autres facteurs. Compte tenu de l'ensemble de l'écosystème de l'imprimante, un écart de 10 microns est minime. Les résolutions publiées des imprimantes 3D n'étant pas toujours vraies, il serait judicieux de faire de nombreuses recherches pour choisir l'imprimante qui répond le mieux à vos besoins.

## COMPRENDRE LA RÉOLUTION SUR L'AXE Z.

La résolution sur l'axe Z a été la principale différenciation numérique entre les premières imprimantes 3D. Les anciennes machines luttèrent pour franchir la barrière de 1 mm, mais aujourd'hui, les hauteurs de couche sur les imprimantes FDM sont devenues inférieures à 0,1 mm, tandis que les machines SLA sont encore plus précises.

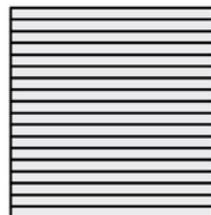
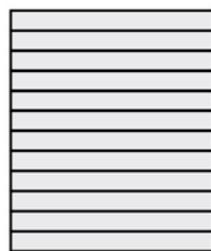
Actuellement, l'imprimante 3D SLA Form 2 offre des hauteurs de couche de 100 et de 50 microns pour toutes les résines. Les résines Clear, White et Castable permettent d'obtenir des résolutions allant jusqu'à 25 microns. Cette sélection de hauteurs de couche vous offre le meilleur compromis entre vitesse et résolution. Une question se pose alors : quelle est la meilleure hauteur de couche pour votre application ?

### Une hauteur de couche plus petite est-elle toujours préférable ?

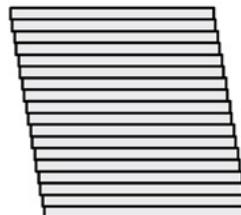
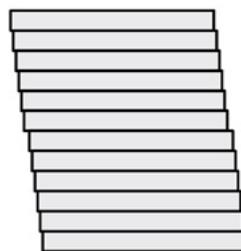
Pour obtenir une haute résolution, il faut faire des compromis. Des couches plus fines requièrent plus de répétitions, et donc plus de temps : le temps nécessaire pour imprimer à 25 microns est 4 fois plus important que le temps nécessaire pour imprimer à 100 microns. En outre, un nombre élevé de répétitions augmente le risque de problèmes pendant l'impression. Par exemple, même à un taux de succès de 99,99 % par couche, la multiplication de la résolution par quatre réduit les chances de succès de l'impression de 90 % à 67 % si l'on part du principe que l'échec de l'impression d'une couche entraîne l'échec total de l'impression.

Des couches plus fines donnent-elles un meilleur résultat ? Pas forcément : cela dépend en fait du modèle à imprimer et de la résolution XY de l'imprimante. En général, des couches plus fines signifient un délai plus long, plus de déformations et de risques d'erreur. Dans certains cas, l'impression de modèles à de faibles résolutions (c'est-à-dire des couches plus épaisses) peut donner une meilleure qualité d'impression.

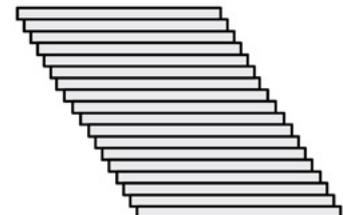
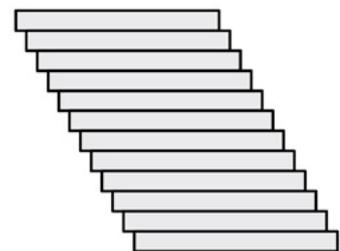
No Improvement



Slight Improvement



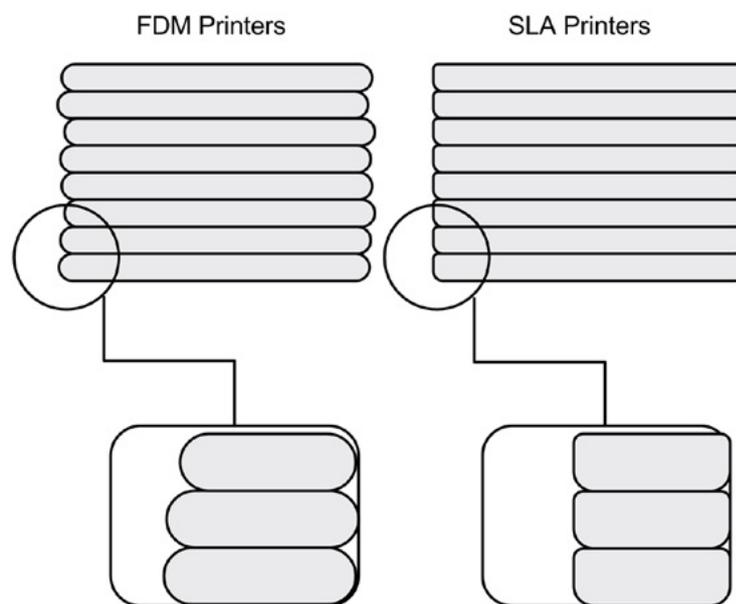
Marked Improvement



### Quand des couches plus fines n'ont aucun intérêt

Les couches plus fines sont généralement associées à des transitions plus fluides sur les diagonales, ce qui incite beaucoup d'utilisateurs à pousser la résolution sur l'axe Z jusqu'à ses limites. Mais qu'en est-il pour un modèle composé principalement de bordures horizontales et verticales, avec des angles droits et peu de diagonales ? Dans de tels cas, les couches additionnelles n'améliorent pas la qualité du modèle.

Le problème est aggravé si la résolution XY de l'imprimante en question est médiocre et que celle-ci dépasse en imprimant hors des bordures extérieures. Plus de couches signifie plus d'arêtes afférentes sur la surface. Dans ce cas, bien que la résolution sur l'axe Z soit élevée, la qualité d'impression du modèle est inférieure.



### Quand choisir une résolution élevée sur l'axe Z

Ceci dit, il y a des cas où vous aurez besoin d'une résolution plus élevée. Dans le cas d'une imprimante avec une bonne résolution XY devant imprimer un modèle avec des caractéristiques complexes et plusieurs bordures diagonales, des couches plus fines donneront des résultats nettement meilleurs. En outre, si ce modèle est court (moins de 200 couches), l'augmentation de la résolution sur l'axe Z peut considérablement améliorer la qualité.



*Les résultats montrent que la Form 2 présente la même résolution XY (idéale et actuelle) pour les points d'au moins 150 microns de largeur.*

Une résolution plus élevée sur l'axe Z peut être très intéressante pour certaines conceptions, par exemple les formes organiques, les arcs arrondis, les petites pièces et les gravures complexes. En règle générale, penchez du côté des couches épaisses et n'augmentez la résolution que si c'est vraiment nécessaire. Avec la bonne imprimante et un certain type de modèle, la résolution sur l'axe Z capturera les détails complexes de votre conception.

[Découvrez l'impression 3D SLA](#)

# Comment choisir la bonne technologie de l'impression 3D : FDM, SLA ou SLS

Il existe plusieurs technologies d'impression 3D différentes et chacune a ses avantages et ses inconvénients. Regardez notre webinaire si vous voulez plus d'informations sur :

Chaque technologie d'impression 3D et leurs différents cas d'utilisation

Les principales technologies d'impression 3D et pourquoi leurs utilisations idéales ne sont pas largement comprises

Comment la finition de surface, la vitesse, les pièces fonctionnelles ou les coûts de mise en œuvre devraient influencer votre décision d'adopter une certaine technologie d'impression 3D

## Ce que vous apprendrez

Comment savoir si on utilise la bonne technologie 3D dans une situation donnée ? Regardez le webinaire pour savoir ce qui vous convient le mieux, et découvrir :

Un bref historique des principales technologies d'impression 3D - FDM, SLA et SLS

Les scénarios d'utilisation suggérés pour chaque processus

Comment concevoir des lignes directrices pour tirer le meilleur parti de chaque technologie

Des exemples d'utilisation et applications

[Regarder le webinaire](#)



## Ressources supplémentaires

[Enseignement et recherche](#)

[Blog Formlabs](#)

[Forum Formlabs](#)

Des questions ? [Remplissez ce formulaire](#) et un membre de notre équipe commerciale reviendra vers vous.