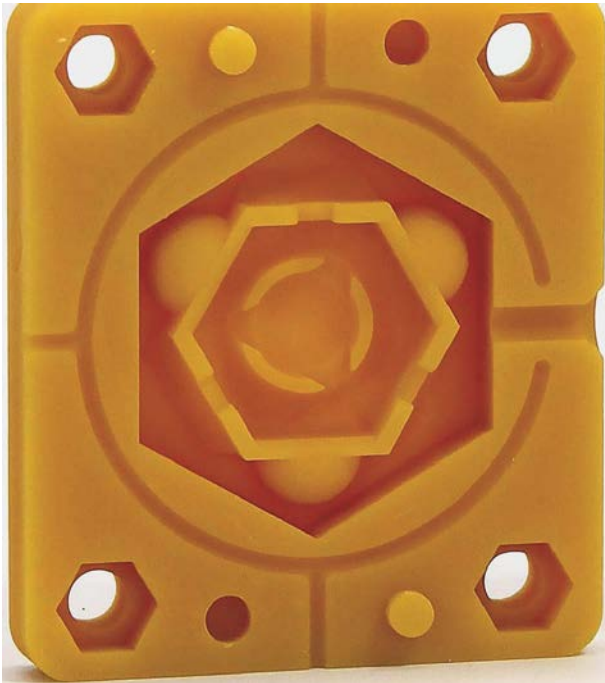


Le Guide Ultime pour l'impression 3D des matières photopolymérisées dans le domaine de la fabrication et de la production



Découvrez la différence entre les technologies d'impression SLA, DLP et 3SP pour la fabrication additive sur un grand plateau d'impression, lorsque la précision, la répétabilité, la fiabilité et la productivité sont nécessaires.



Le Guide Ultime pour l'impression en 3D de matières photopolymérisées dans le domaine de la fabrication et de la production

Découvrez la différence entre les technologies d'impression SLA, DLP et 3SP pour la fabrication additive sur un grand plateau d'impression, lorsque la précision, la répétabilité, la fiabilité et la productivité sont nécessaires.

Après plus de trente années de recherche et de développement, l'impression 3D est enfin prête à être utilisée dans le secteur de la production de pièces de grande valeur et de produits personnalisés en masse, en plus de prototypes, d'outils de moulage par injection, d'outils articulés et de fixations et de gabarits de montage.

En réalité, de nombreux fabricants utilisent l'impression 3D, également connue sous le nom de « production additive », et ce depuis plusieurs années, et l'adaptent jour après jour à la technologie. En plus des fabricants d'objets de toutes dimensions, les utilisateurs incluent désormais des laboratoires, des hôpitaux et même des studios hollywoodiens.

Saviez-vous, par exemple, que l'industrie des soins auditifs produisait ses appareils en masse grâce à des imprimantes 3D, depuis plus de 10 ans¹ ? Au cours des dernières années, les cliniques dentaires se sont également lancées dans la fabrication en masse de modèles orthodontiques et dentaires, requérant une précision XY élevée et un état de surface lisse. Cela a simplifié la production de masse des aligneurs thermoformés destinés au redressement des dents, en plus d'autres produits dentaires. Puis, en 2016, General Electric a commencé la production de masse de porte-tuyères à combustible métallique pour son moteur à réaction LEAP utilisant 28 machines de fabrication additives — confirmant ainsi l'idée que l'impression 3D ne se cantonne plus aux prototypes.



Cette grosse pièce 3D imprimée sur du matériau résistant aux impacts sur l'imprimante 3SP Xede conçue par EnvisionTEC, dotée d'un plateau d'impression de 457 x 457 x 457 mm (18 x 18 x 18 pouces)

¹ ["The 3D Printing Revolution You Have Not Heard About,"](#) Forbes, 2013.



L'Université du Michigan-Dearborn a choisi la gamme d'imprimantes 3SP d'EnvisionTEC pour imprimer de grosses pièces en 3D dans le cadre de son projet de véhicules de course électriques destinés à la Formule SAE. Regardez la vidéo sur [EnvisionTEC.com/automotive](https://www.envisiontec.com/automotive)

La photopolymérisation du bac, dans lequel une source lumineuse est utilisée pour durcir (de manière sélective) des résines photopolymères, est devenue est méthode d'impression 3D répandue chez les fabricants, pour différentes raisons.

Par exemple, les résines photopolymères utilisées pendant ce processus sont également connues sous les termes de « plastiques thermodurcissables » ou de « matières thermodurcies », qui se renforcent suite au durcissement et conservent leur forme, même après un réchauffage. Cela entre en opposition avec les thermoplastiques, qui peuvent être fondus de nouveau après avoir formé une pièce. Une multitude de matériaux thermodurcis est également disponible avec plusieurs propriétés, tels que les époxy, qui offrent une élasticité et une résistance chimique exceptionnelle, ainsi que les matériaux biocompatibles.

Le system de photopolymérisation du bac comprend la stéréolithographie (SLA), le Digital Light Processing (DLP), ainsi qu'une nouvelle méthode lancée en 2013, appelée « 3SP », permettant de scanner, de balayer et de photo-durcir les éléments de manière sélective. La technologie 3SP est axée sur la fabrication précise de pièces dont l'état de surface est parfaitement lisse, avec un plateau d'impression relativement large, là où les techniques traditionnelles SLA et DLP posent des problèmes d'échelonnement. Cela permet l'impression en 3D d'une seule et grosse pièce sur un plateau ou de pièces plus petites.

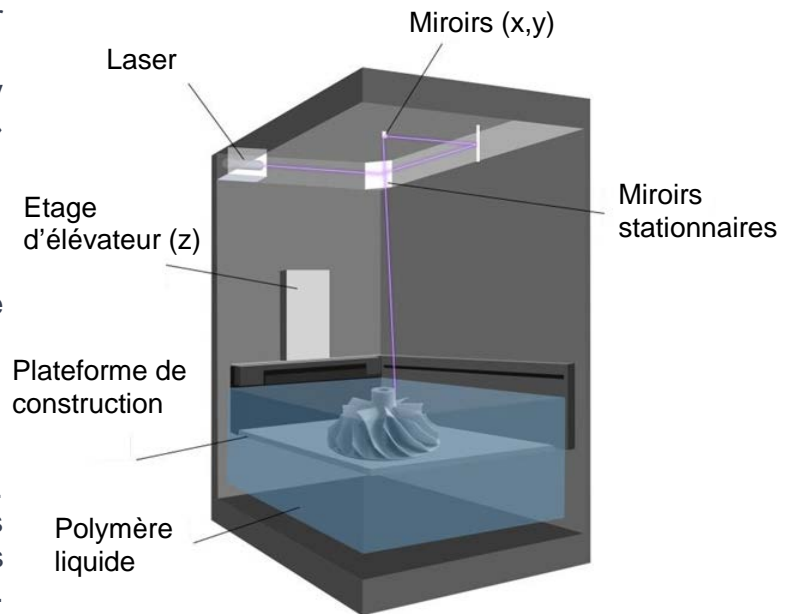
Afin de comprendre pourquoi la technologie d'impression 3SP est unique en son genre, il est essentiel de connaître les limites des technologies SLA et DLP.

Comprendre l'imprimante 3SP DLP

L'une des plus anciennes formes d'impression 3D, la technologie SLA (par stéréolithographie), a été brevetée en 1986 et a été commercialisée par 3D Systems.

Sur les systèmes SLA, un faisceau laser UV dessine littéralement (le terme « lithographie » signifiant « écrire ») sur un bac de résine. Là où la lumière entre en contact avec la résine, une polymérisation ou un durcissement se produit. Le faisceau laser peut être positionné au-dessus ou juste en-dessous du bac, et chaque approche possède ses avantages et ses inconvénients.

Toutefois, pour la plupart des systèmes de fabrication, le laser est positionné au-dessus du bac et le durcissement se produit sur la couche supérieure de résine, dans le bac ou sur le plateau. Cette approche permet d'intervenir sur les grandes enveloppes de construction et les forces gravitationnelles inférieures de l'élément fabriqué. Après que chaque couche ait été fabriquée sur une plateforme de construction située dans le bac, la plateforme est abaissée sur l'axe Z, de sorte que la couche suivante puisse être durcie sur l'élément.



Limitations posées par la stéréolithographie coûteuses à rectifier

Toutefois la stéréolithographie pose quelques problèmes avec les grands plateaux d'impression, qu'il s'agisse d'imprimer un seul élément volumineux ou pour imprimer une multitude de petits éléments.

Le premier problème est la vitesse. Dessiner une grosse pièce ou plusieurs petites pièces par la technique de la stéréolithographie (au moyen d'un faisceau laser), couche après couche, revient à dessiner chacune des couches sur une feuille de papier au moyen d'un stylo à pointe fine. Chaque couche doit être parfaitement alignée avec le faisceau laser. Plus le projet de construction est important, plus le processus sera long.

Le deuxième problème posé par la stéréolithographie est la précision. La technologie SLA utilise un faisceau laser étroit pour durcir la résine, ce qui permet de durcir les parties les plus centralisées de l'enveloppe de construction, la technologie SLA présente quelques problèmes, dans la mesure où l'enveloppe de construction s'agrandit.

Considérons cette simple analogie : un homme se tenant debout au centre d'une pièce, une lampe-torche dirigée vers un mur dans les mains. Le faisceau est dirigé au centre, mais lorsque le faisceau lumineux est dirigé vers l'extrémité la plus éloignée du mur, celui-ci a tendance à se diffuser ou à s'allonger, ce qui entraîne une perte de précision au niveau des extrémités. Plus la pièce est grande, plus la distorsion sera importante.

Cette même dynamique reste valable sur les grandes imprimantes par stéréolithographie. L'utilisation d'un unique laser sur une grosse enveloppe de construction peut entraîner la perte de l'axe sur les points les plus éloignés du plateau. Cela entrave la précision et la qualité de l'état de surface.

Au fil des années, les fabricants ont découvert plusieurs moyens de limiter cette distorsion, en ayant recours à des miroirs contrôlés par des galvanomètres, également appelés miroirs galvanométriques, souvent utilisés en même temps que des lentilles optiques, afin de réfléchir le faisceau laser sur les points les plus éloignés de l'enveloppe de construction et ainsi de réduire la distorsion ou d'aplanir le champ au niveau du point d'impact avec la résine.

Certains de ces systèmes utilisent également plusieurs faisceaux laser, ainsi que différents miroirs galvanométriques et systèmes à lentilles optiques. Bien que ces systèmes soient efficaces, la complexifié de ces systèmes fait également grimper leur prix, parfois de manière exponentielle.

Par exemple, l'imprimante ProX 950 de 3DSystems utilise deux lasers fonctionnant en simultanément dans une enveloppe de construction de 1500 x 750 mm (59 x 29,5 x 21,65 pouces). Bien que le système soit très précis, il ne coûte pas moins d'1 million de dollars. L'imprimante ProJet 6000 utilise quant à elle un seul laser et une enveloppe de construction de 250 x 250 x 250 mm. (10 x 10 x 10 pouces) coûte environ 200 000 \$.

De plus, la complexité de ces systèmes coûteux peut aussi amplifier les problèmes de vitesse. Plutôt que de dessiner l'image avec un stylo à pointe fine, ces systèmes de miroirs galvanométriques sont plus susceptibles de tracer des éléments volumineux avec une ardoise magique contrôlant un faisceau réfléchissant, ou de dessiner des points, sur X et Y.

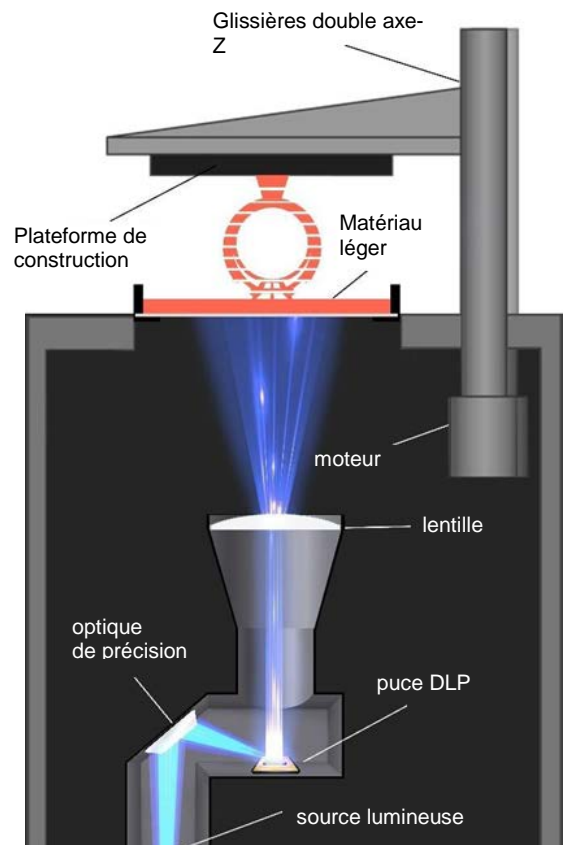
Technologie d'impression DLP, un peu plus loin que l'impression SLA

Commercialisée en 2002 par EnvisionTEC, la technologie d'impression DLP a marqué une véritable révolution en termes de vitesse et de qualité des pièces.

Plutôt que d'utiliser un faisceau laser pour tracer des dessins sur une résine, la technique de l'impression DLP utilise un système de projection haute-définition pour « tamponner » une couche d'image complète en une seule fois. Généralement, la source lumineuse utilisée par les systèmes DLP se situe sous un bac transparent en résine. Le projecteur durcit la première couche sur une plateforme de construction qui avance sur le plateau de résine chaque fois qu'une couche est durcie sur la couche précédente.

Etant donné que chaque pixel émis par le projecteur peut être transporté sur un spectre allant du gris au noir, chaque pixel peut être durci à une profondeur spécifique (ou pixel volumétrique), également connu sous le terme « voxel », offrant un état de surface bien plus régulier que celui obtenu avec la stéréolithographie traditionnelle. Un faisceau laser, comparativement, est soit actif soit inactif, et ne peut changer la trajectoire électrique.

Bien que la technique DLP apporte vitesse, précision et un état de surface exceptionnel (ce qui signifie moins de post-traitement), cette technique présente également quelques défis, au fur et à mesure que l'enveloppe s'agrandit.



La technologie DLP utilise un projecteur situé sous un plateau transparent léger.

Les pixels atteignent leur limite

Par exemple, le plus grand projecteur actuellement disponible pour les fabricants d'imprimantes 3D est de 1920 x 1200 pixels. Avec un tel projecteur, EnvisionTEC propose la plus grande enveloppe de construction DLP du secteur de l'impression 3D, à 192 x 120 x 230 mm (7,6 x 4,7 x 9,06 pouces).

Sur ce système, on recense 10 pixels effectifs sur X pour chaque millimètre, ou 0,39 pouces. La raison pour laquelle EnvisionTEC peut offrir une enveloppe de construction plus large que ses concurrents c'est grâce à son module ERM breveté.

Le module ERM est un système électromécanique qui déplace le projecteur d'un demi-pixel sur X et Y, pendant une rapide exposition, de sorte à empêcher le risque de crénelage. Cela signifie que le système délivre une qualité de surface qui semble imprimée deux fois plus de pixels.

Malgré tout, si un utilisateur tente d'étendre le protocole DLP à des tailles supérieures à 192 x 120 x 230 mm, la qualité de la surface commence à se détériorer rapidement. Sans système de projection haute-définition (ou autre innovation technologique), la technique DLP peut être limitée au moment de construire des pièces de qualité supérieure.

Comprendre l'imprimante 3SP

Afin de répondre aux attentes des clients pour de plus grosses pièces, tout en préservant l'état de surface et la précision des pièces, EnvisionTEC a mis en place une solution abordable.

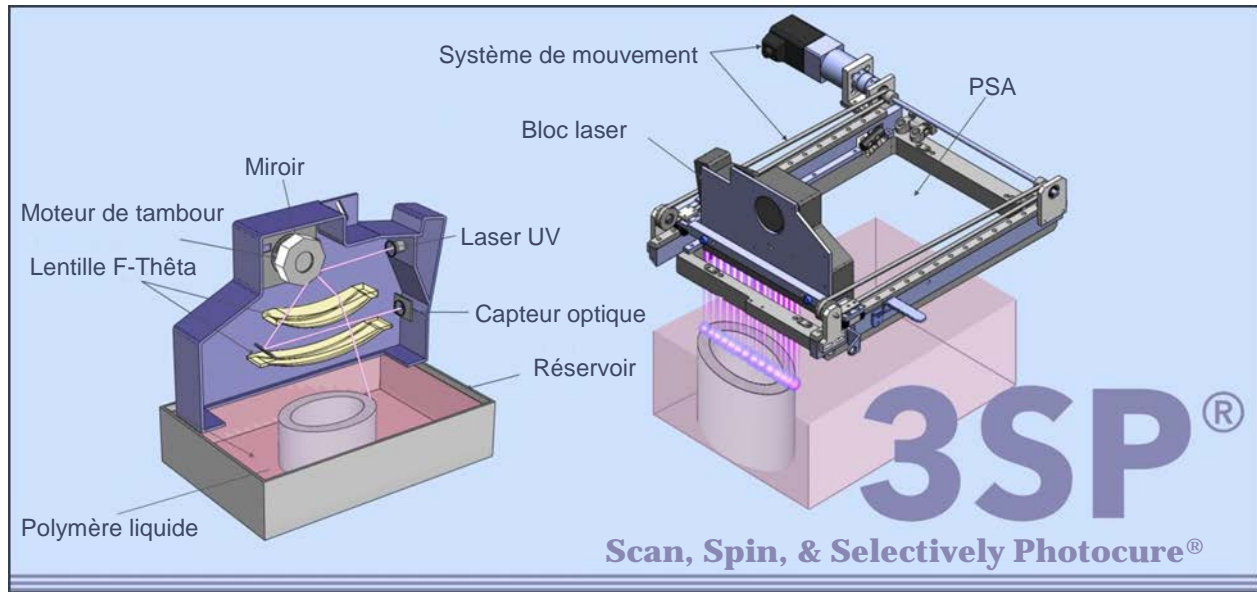
Après avoir compris les limites posées par les projecteurs, l'équipe d'ingénieurs d'EnvisionTEC a commencé à envisager un faisceau laser qui, au lieu d'être fixe (comme sur la plupart des systèmes SLA), qui se déplace sur le plateau d'impression afin de réduire le besoin de différents lasers coûteux, de miroirs galvanométriques et de lentilles optiques. L'équipe chargée de la recherche et du développement a souhaité optimiser l'obtention des images.

La conception de la machine brevetée 3SP, contrairement aux autres systèmes du marché, offre une solution simple et abordable pour l'impression de pièces de qualité en 3D, sur un large plateau de construction.

Le secret du système réside dans une structure 3SP mobile, qui couvre presque la totalité de l'axe Y de l'enveloppe de construction. Sur cette structure, un laser à diodes à cavités multiples a été installé, dans une chambre supérieure. Plutôt que d'utiliser des miroirs galvanométriques, le faisceau laser est reflété par un tambour à miroir, qui tourne à une vitesse pouvant atteindre 20 000 Tr/min, et qui dirige le faisceau vers une série de lentilles optiques F-Thêta concaves, conçues sur mesures.



Ceci est une photographie du module EnvisionTEC Enhanced Resolution, qui se déplace un demi-pixel sur les dimensions X et Y, afin de déplacer légèrement la deuxième exposition sur ses machines DLP et réduire la structure en crénelage, au moyen d'une technique anti-crênelage 3D avancée.

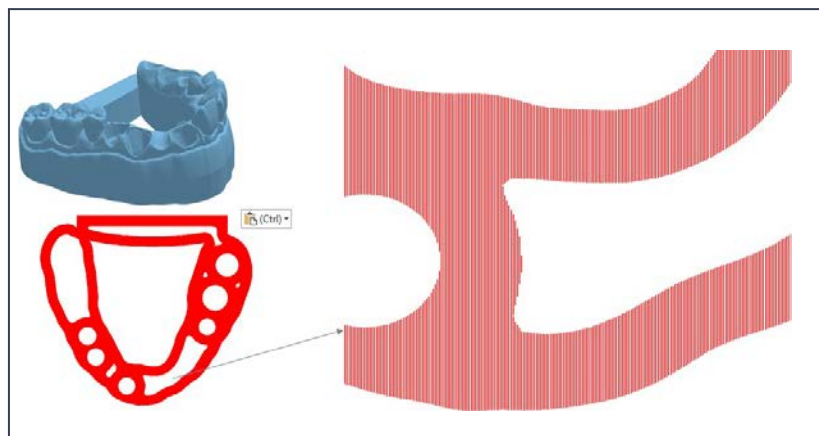


Ces lentilles optiques F-Thêta fonctionnent bien mieux que lentilles de contact progressives, en aplatissant la focale du faisceau au niveau de son point de sortie. Dans le cas des machines 3SP, la focale est aplanie directement au-dessus du point d'impact au moyen de la résine, éliminant ainsi les risques de distorsion mettant en péril l'état de surface et la précision obtenue par la technique SLA.

Système de traçage rapide 3SP

La manière dont un système 3SP « dessine » un élément varie aussi d'une machine traditionnelle SLA, qui utilise un faisceau unique autour de l'enveloppe de construction sur X et Y. Le système 3SP se déplace plus comme une imprimante laser 2D, en dessinant essentiellement un axe Y complet à la fois, avant de rejoindre la position suivante.

Le faisceau laser se déplace rapidement depuis le point le plus haut de l'axe Y vers la position Y-0, avant que l'étage ne rejoigne sa position suivante, le long de l'axe X. Le faisceau est activé le long de la ligne où le durcissement doit se produire et est désactivé pour les positions où aucun durcissement ne doit avoir lieu, ce qui temporise le laser régulé par logiciel du système à déplacement rapide.

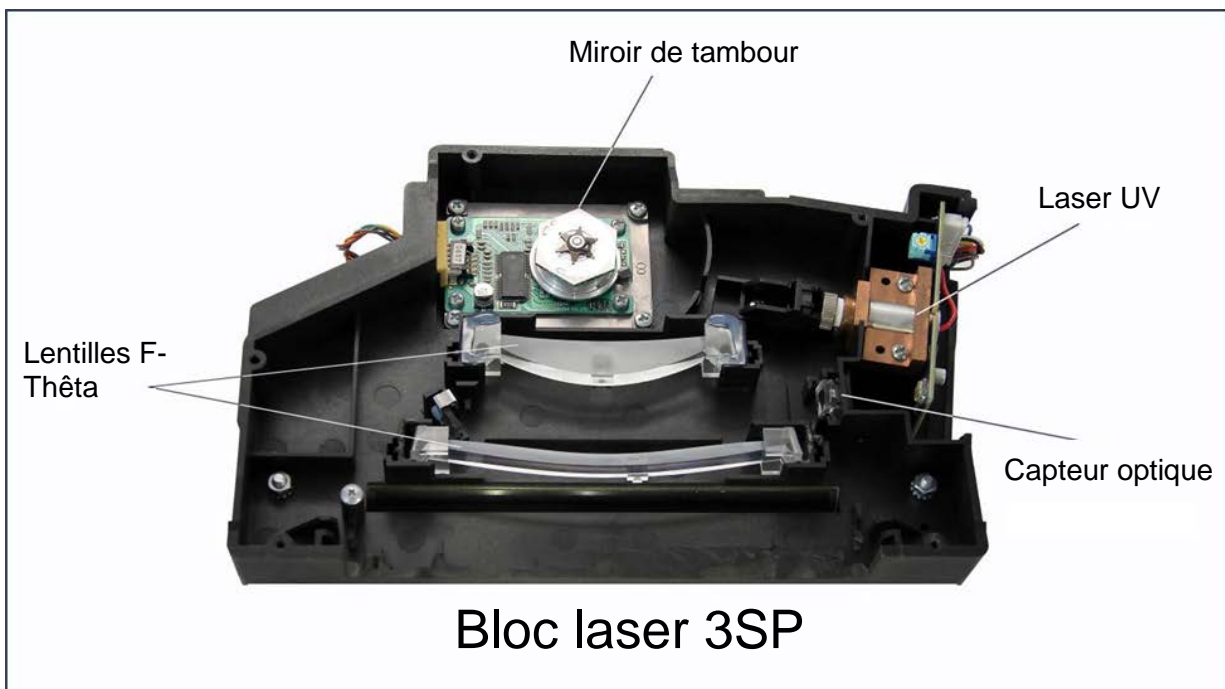


La durée de scan par ligne est de 500 micro-secondes.

La vitesse du moteur peut également être réduite, pour permettre au faisceau de se déplacer plus doucement et de pénétrer plus profondément la résine lorsque cela est nécessaire, et pour permettre au système de délivrer une résolution XY de haute qualité.

Pour récapituler, la vitesse de construction pour l'enveloppe entière est de 10 mm par heure, et la durée de construction ne dépend pas du volume X-Y de l'enveloppe en cours de construction, mais plutôt de l'axe Z seul. Chaque couche demande le même temps de fabrication. Ainsi, alors que la technique SLA peut être plus longue, par exemple, si plusieurs éléments se trouvent dans l'enveloppe de construction, la technique 3SP nécessite la même durée, peu importe la taille du plateau d'impression, ce qui permet une production plus rapide.

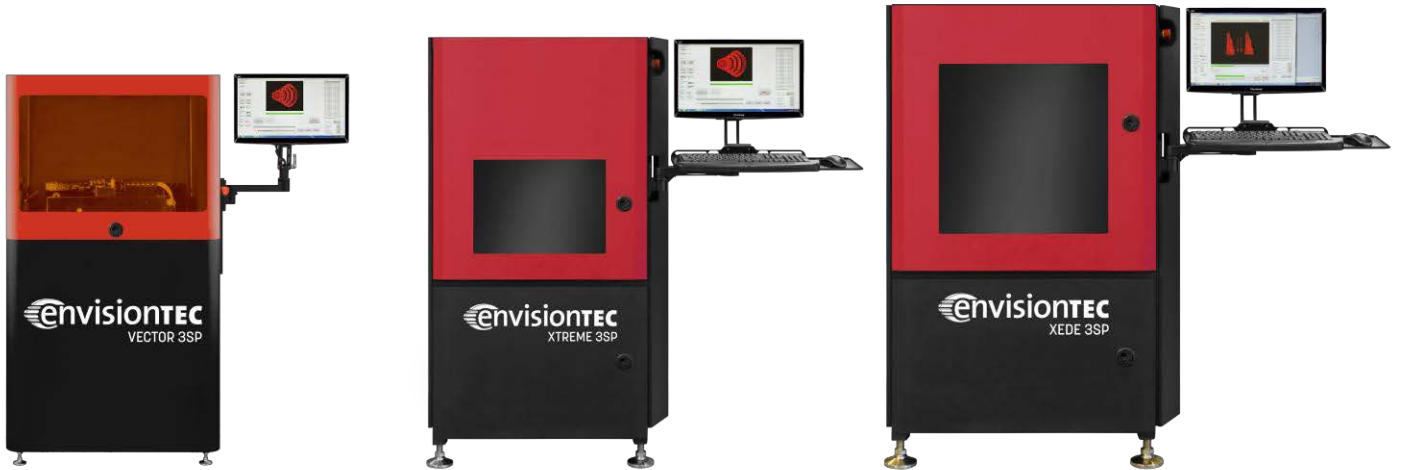
De plus, le laser à diodes à cavités multiples utilisé sur les machines 3SP est environ 5 fois plus abordable sur le plan financier que le laser solide employé par la plupart des systèmes industriels SLA des concurrents. Ce laser permet l'impression 3D de matériaux visqueux, tels que les matériaux chargés.



La tête du laser utilisé sur les machines 3SP, ainsi que son efficacité à refléter un faisceau laser et à aplanir la focale, est l'un des systèmes de photopolymérisation les plus efficaces du marché aujourd'hui. Il s'agit d'une façon très efficace et très abordable de durcir la résine sur une grande enveloppe de construction.

CARACTÉRISTIQUES

La gamme EnvisionTEC d'imprimantes 3D à large cadre 3SP



Modèles 3SP	Vecteur	Vecteur Haute-Rés.	Xtreme	Xede
Enveloppe de construction maximum				
millimètres	300 x 200 x 275	300 x 175 x 275 mm	254 x 362 x 330 mm	457 x 457 x 457 mm
pouces	11,8 x 7,9 x 10,8	(11,8 x 6,9 x 10,8 pouces)	(10 x 14,25 x 13 pouces)	(18 x 18 x 18 pouces)
Résolution XY	100 µm (0,004 pouces)	50,8 µm (0,002 pouces)	100 µm (0,004 pouces)	100 µm (0,004 pouces)

Large variété de matériaux d'impression disponible

- ABS Flex White 3SP
- ABS Hi-Impact Black 3SP
- ABS Hi-Impact Gray 3SP
- ABS Tough 3SP
- ABS TRU 3SP
- E0Model Peach 3SP
- E-Appliance Red 3SP
- E-Clear 3SP
- E-Cyano Ester
- E-Denstone 3SP Peach
- E-Glass 2.0 3SP
- E-Model 3SP
- E-Model Black 3SP
- E-Model Light 3SP
- E-Model White 3SP
- E-Poxy
- E-Tool 2.0 3SP
- E-Tool 3SP
- PolyPro MAX 3SP