



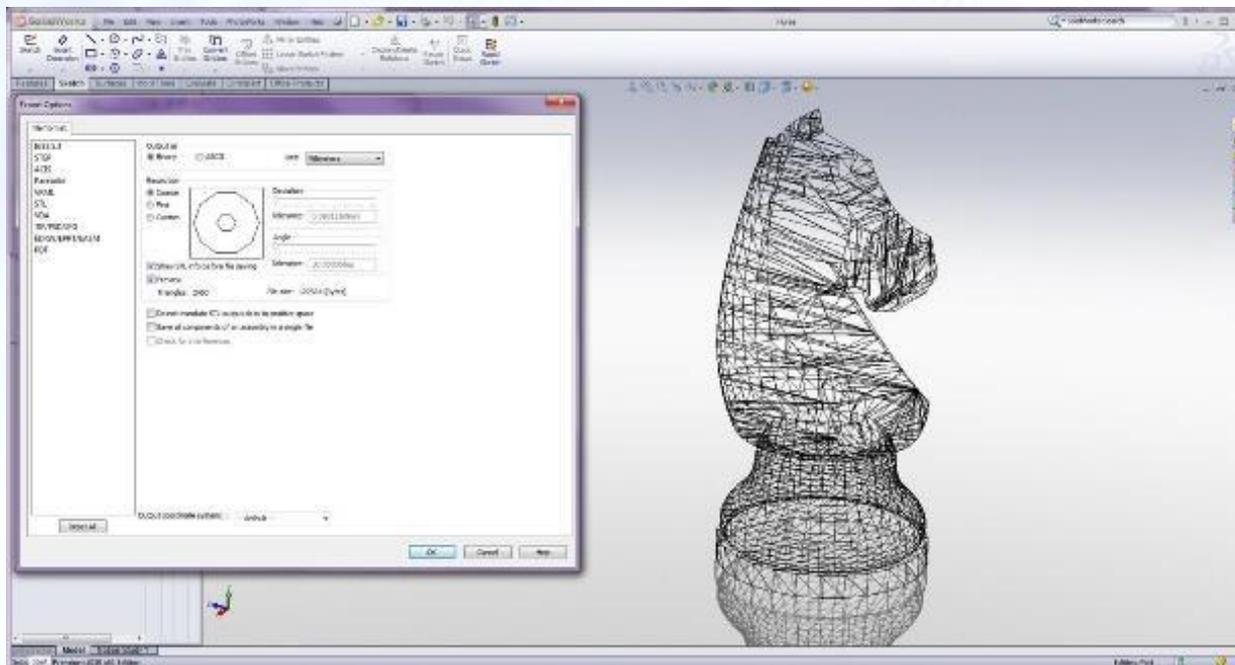
Prototypage rapide

IUT de Nîmes

Le Prototypage rapide

Introduction

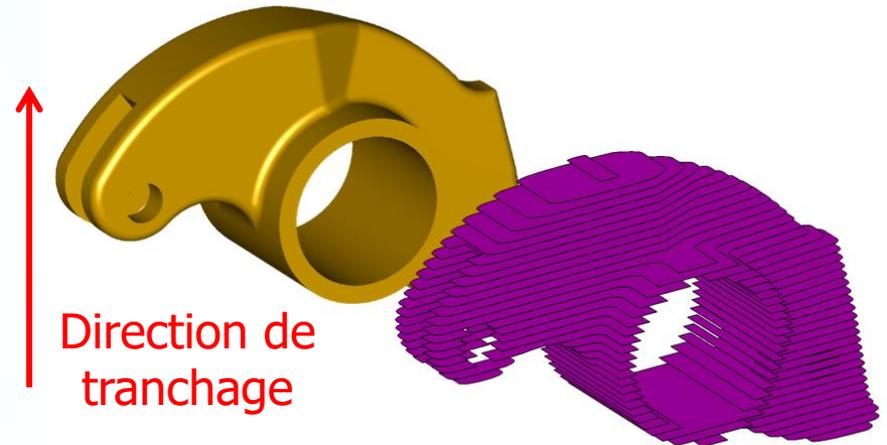
Définition: Ensemble des procédés basés sur la fabrication couche par couche d'une pièce à partir de ses données CAO.



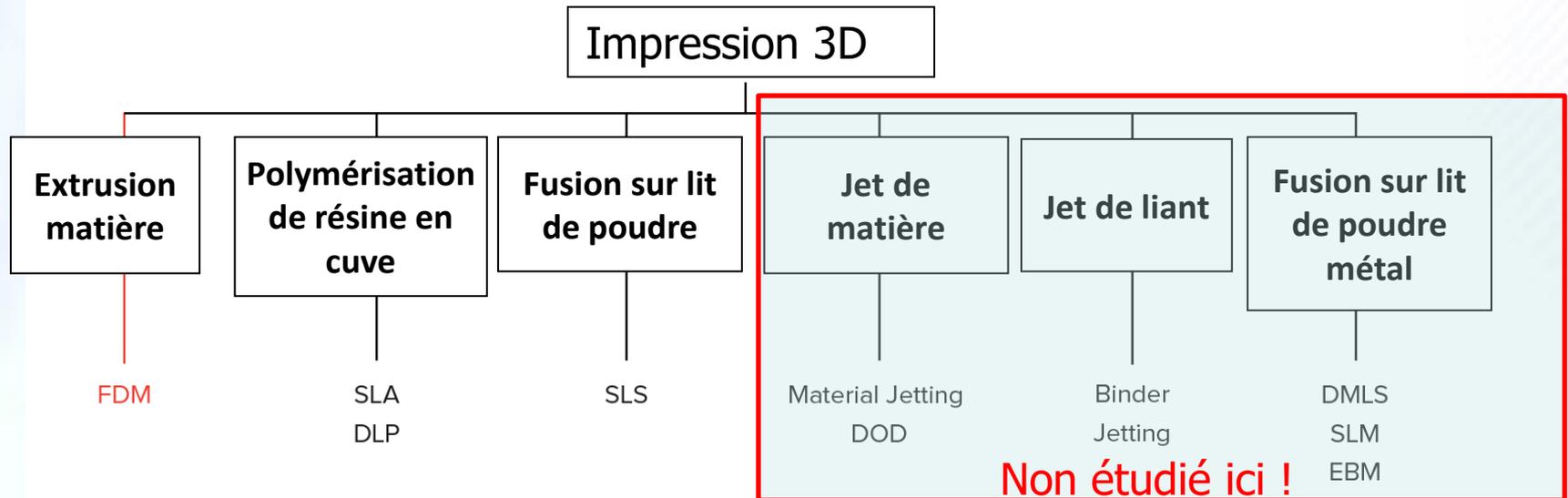
Le Prototypage rapide

Tranchage

Le tranchage est une opération primordiale lors du processus. Elle consiste en la découpe en tranches du fichier STL. Chaque « tranche » sera utilisée comme un étage, une couche sur l'imprimante 3D.

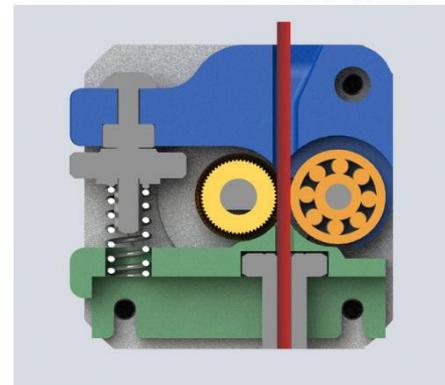
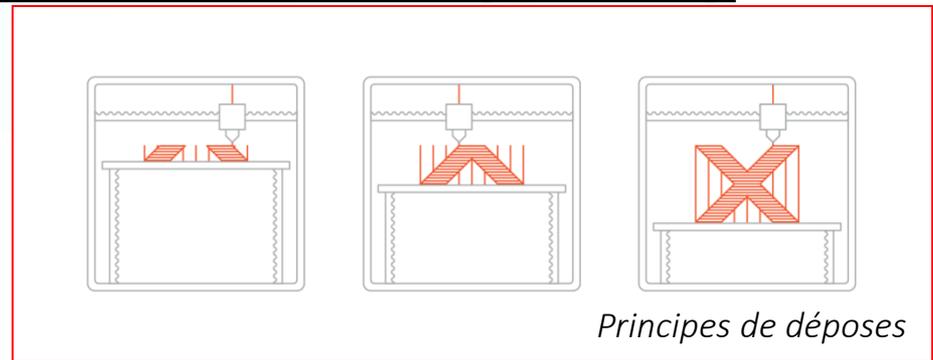
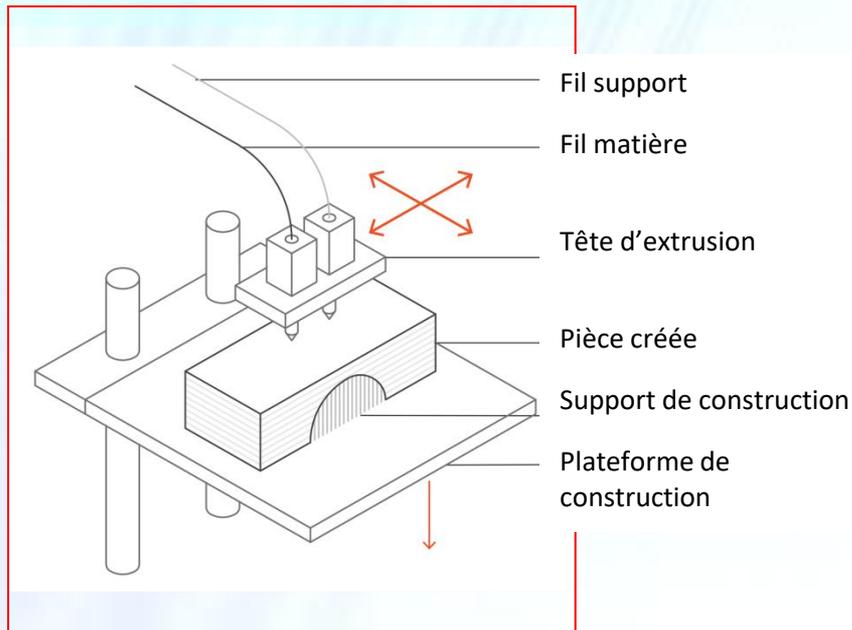


Procédés de prototypage



Le Prototypage rapide

1- Impression par dépôt fil (FDM)



a. Principe:

Un fil de thermoplastique passe à travers une tête d'extrusion (buse chauffante) d'où il sort à l'état pâteux.

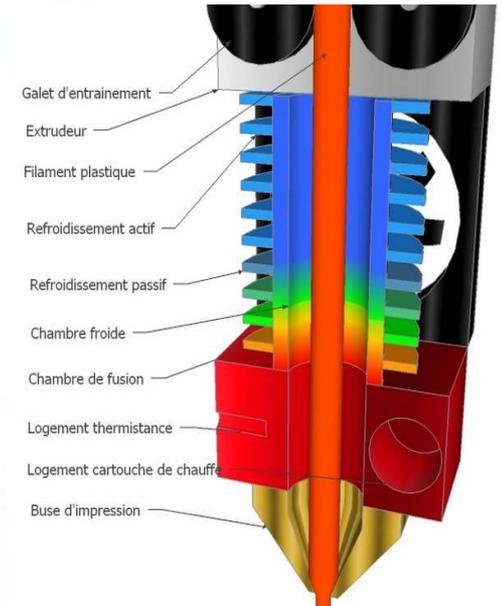
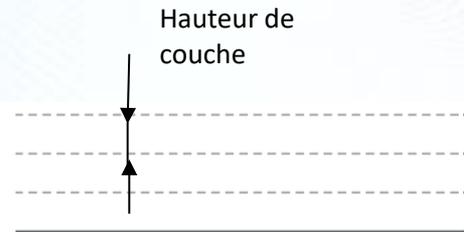
La tête dépose cette matière couche par couche sur une plateforme de construction. Des supports sont créés dans certaines zones.

Le Prototypage rapide

B. Caractéristiques du process:

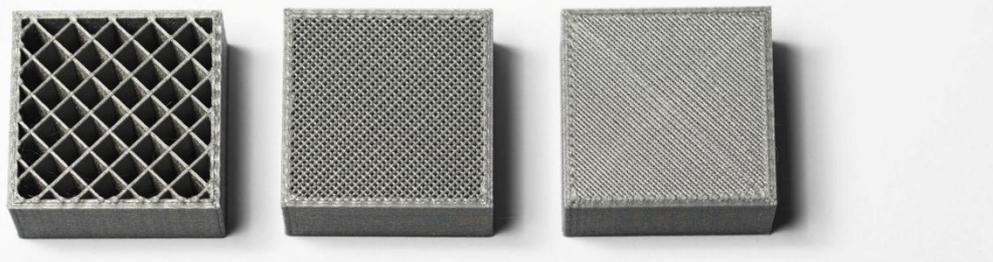
Diamètre d'extrusion

Les diamètres de fil en sortie vont d'environ 0.1 à 0.4mm



Densité de remplissage

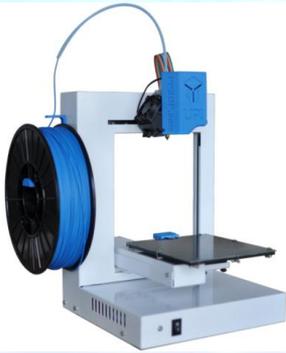
Le périmètre étant créé, on peut remplir intégralement ou partiellement la section.



Le Prototypage rapide

Taille de la pièce

Machine d'entrée de gamme: 200 x 200 x 200 mm,
machines industrielles jusqu'à exceptionnellement 1 000 x 1 000 x 1 000 mm.



Comparaison des volumes d'impression

Up mini : 140 x 140 x 135mm

Stratasys FORTUS 250:254x254x300mm

FORTUS 400mc 406 x 354x 406mm

Matière

Un grand panel de matière est disponible, avec des caractéristiques différentes.

Exemples: PLA, ABS, ULTEM, PETG, ...



PLA vs ABS: thermal properties

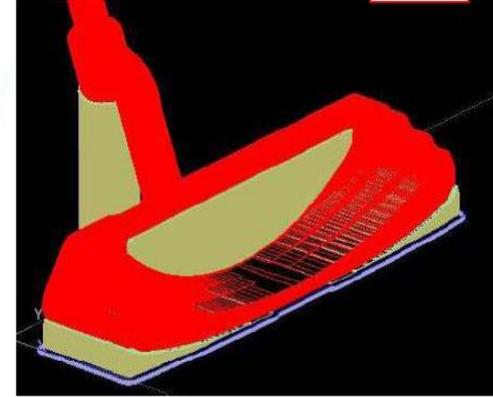
Thermal properties	PLA	ABS
Melt volume index (MVI)	10.3cm ³ /10min	9.7cm ³ /10min
Glass transition temperature	60-65°C	105°C
Slumping temperature	70-80°C	110-125°C
Melting temperature	160-190°C	210-240°C
Printing temperature	190-220°C	230-250°C
Recommended printbed temperature	50-70°C (heated bed not mandatory)	80-120°C (heated bed required)

Le Prototypage rapide

Supports:

Les supports sont des petits piliers ajoutés au modèle imprimé afin de soutenir les parties du modèle qui sont en porte-à-faux.

Il existe des matières de support mais elles nécessitent de disposer d'une imprimante à double extrusion (une buse pour la matière du modèle et une buse pour la matière des supports).

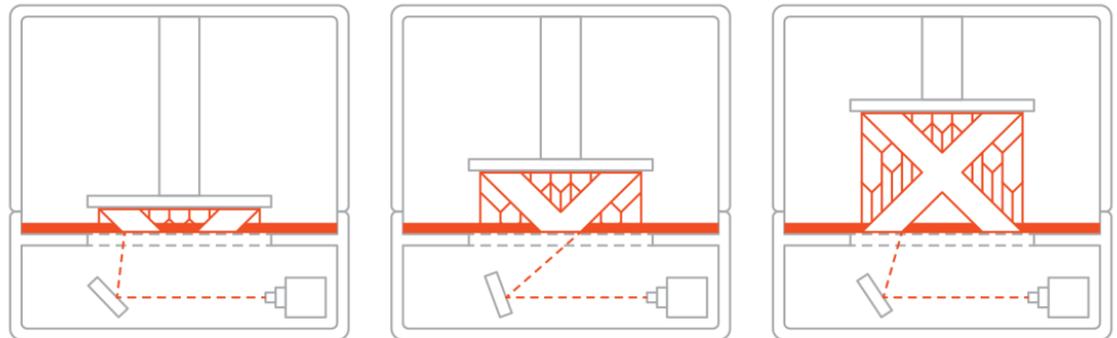
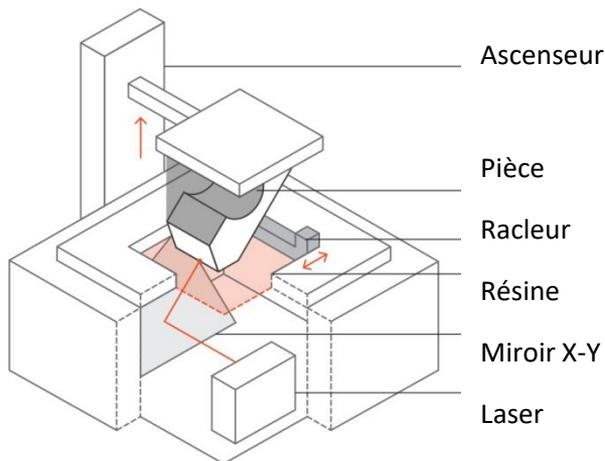


Avantages et limites du procédé FDM

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none">• Procédé économique (cout machine et matière)• Procédé d'impression très diffusé• Large choix de matériaux	<ul style="list-style-type: none">• Résolution plus limitée que les autres procédés d'impression.• Précision moyenne ($\pm 0,4$ mm pour une imprimante basique / $\pm 0,1$ mm pour une machine industrielle)• Rendu non lisse (effet de stries marqué)• Comportement mécanique anisotrope

Le Prototypage rapide

2- Impression par Stéréolithographie SLA



a. Principe:

La plateforme se positionne dans un bain de photopolymère liquide, à une distance d'une hauteur de couche par rapport au fond.

Un laser UV crée la couche suivante en durcissant et en solidifiant de manière sélective la résine photopolymère.

Le cycle se réitère en ajoutant des supports de construction au fur et à mesure.

Le Prototypage rapide

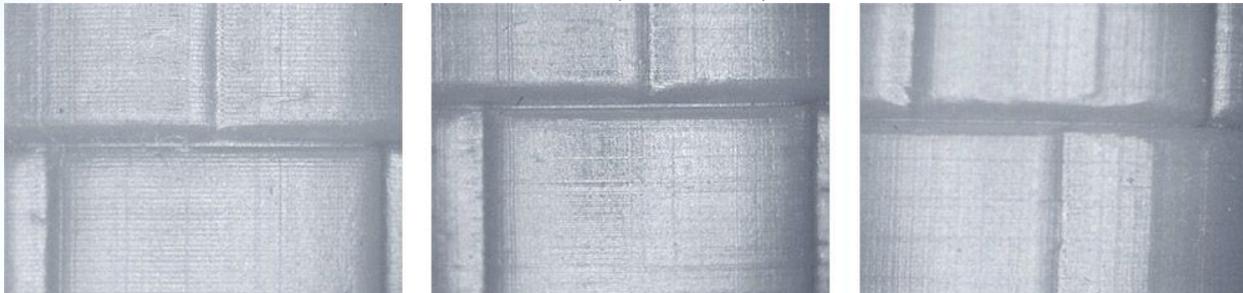
b. Caractéristiques du process:

Épaisseur de couche

Entre 25 et 100 microns.



Gauche à Droite: couche à 0.1 mm, 0.05 mm, et 0.025 mm



Gauche à Droite: Temps d'impression approximatif de 2 heures, 4 heures et 8 heures.

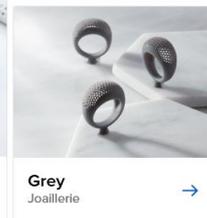
Le Prototypage rapide

Matière

Un grand panel de matière est disponible, avec des caractéristiques différentes. La spécificité est faite en fonction du secteur d'activité.

- Ingénierie et conception de produits
- Audiologie
- Divertissement
- Utilisation générale

- Joaillerie
- Fabrication
- Dentaire
- Médical



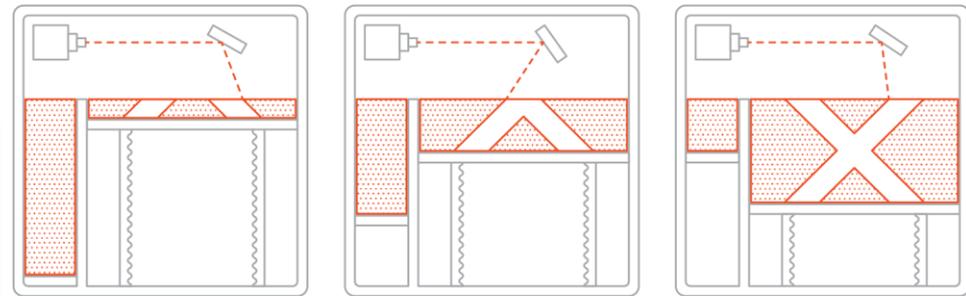
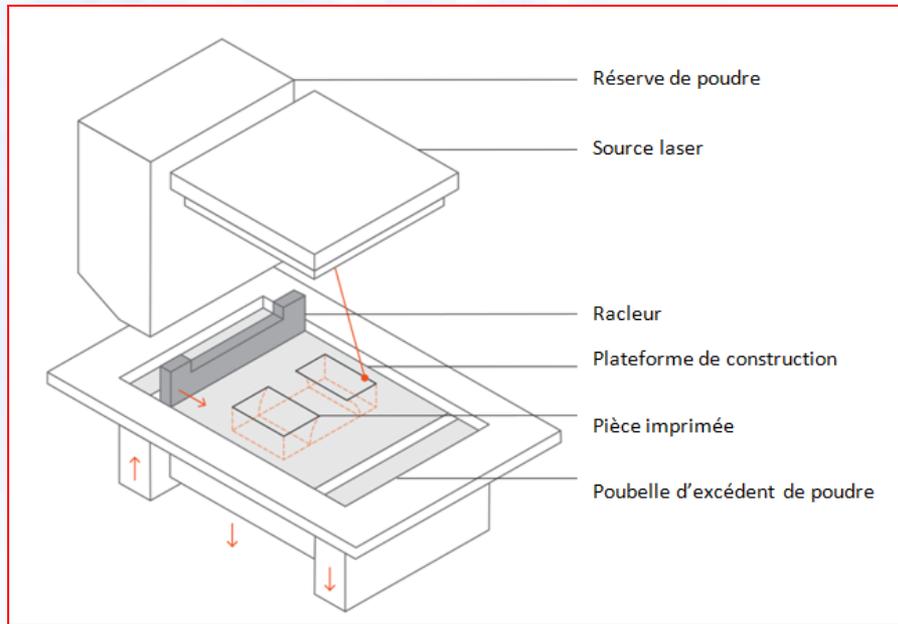
Le Prototypage rapide

Taille et qualité des pièces

Avantages	Résolution Large panel de matières, rigidité, couleurs, ...
Inconvénients	Supports Vieillessement dans le temps de la matière Cout matière
Fabricants	Formalbs , 3D system, ...
Taille des pièces	De 100 x 100 x 175 mm jusqu'à 1500mm de côté!
Hauteur de couche	25 à 100 microns
Précision	$\pm 0,5\%$ (limite inférieure: $\pm 0,010 - 0,250$ mm)

Le Prototypage rapide

3- Impression par frittage laser sélectif (SLS)



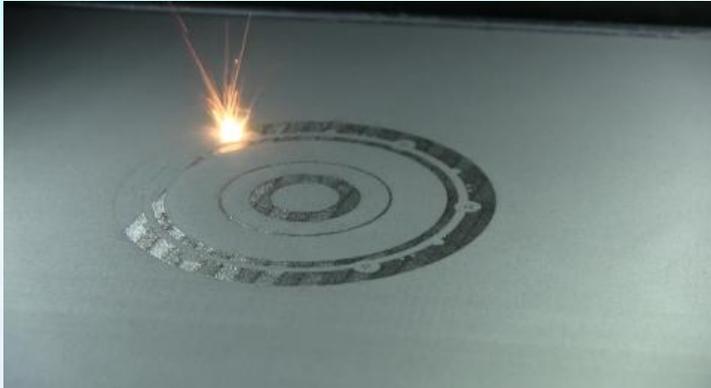
a. Principe:

En SLS, un laser fritte sélectivement les particules d'une poudre de polymère, en les fusionnant et en construisant une pièce couche par couche.

On utilise un **bac réserve de matière** et un **bac de construction** de la pièce.

Le Prototypage rapide

b. Principe:



1. L'**enceinte est chauffée** juste en dessous de la température de fusion du polymère et une couche de poudre est déposée sur la plate-forme de construction.

2. Un **laser CO2** analyse ensuite le contour de la couche suivante et **fritte sélectivement (fusionne)** les particules de la poudre de polymère.



3. La plate-forme de construction se déplace vers le bas et la **lame racleuse recouvre la surface**, pour débiter une nouvelle couche.

Le Prototypage rapide

Taille et qualité des pièces

Avantages	<ul style="list-style-type: none">• Bonnes propriétés mécaniques isotropes• Ne nécessite aucun support, excellentes pour la production par lots de petite à moyenne taille
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">• Seuls les systèmes SLS industriels sont largement disponibles.• Temps de fabrication long en comparaison des technologies FDM et SLA.• Etat de surface granuleux• Qualités géométriques moyennes (petits trous et surface planes étendues difficiles à obtenir.)
Fabricants	Sinterit (7000 €) , EOS (200 000 € minimum), ...
Taille des pièces	300 x 300 x 300 mm (jusqu'à 750 x 550 x 550 mm)
Hauteur de couche	Entre 50 et 100 microns
Précision	$\pm 0,3\%$ (limite inférieure de $\pm 0,3$ mm)

Pour aller plus loin...

**Site de découverte de l'impression 3D
MOOC gratuits !**



<https://www.addup-academy.online>

Nom : GMP

Prénom : toto

Email : toto.GMP@umontpellier.fr

Mot de passe: GMPtoto_30