



Impression 3D « en volume »

Rexer Justine
Sarrasin Chloé





Quelques exemples...



+ Plan

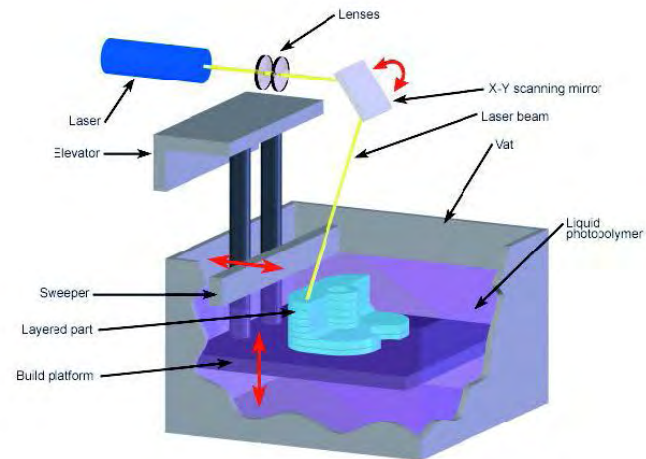
- Etat de l'art technique
- Impact environnemental
- Etude de marché et analyse concurrentielle
- Analyse stratégique et prospective

+ Etat de l'art technique

Description des procédés

■ Stéréolithographie (STL) ou StereoLithography Apparatus (SLA) :

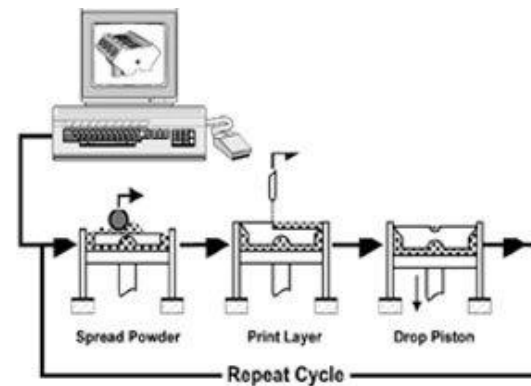
- Résine durcie par lampe UV
- Matériaux : plastiques, papier, composites
- Société : 3D Systems



Copyright © 2008 CustomPartNet

■ 3D Printing (3DP) :

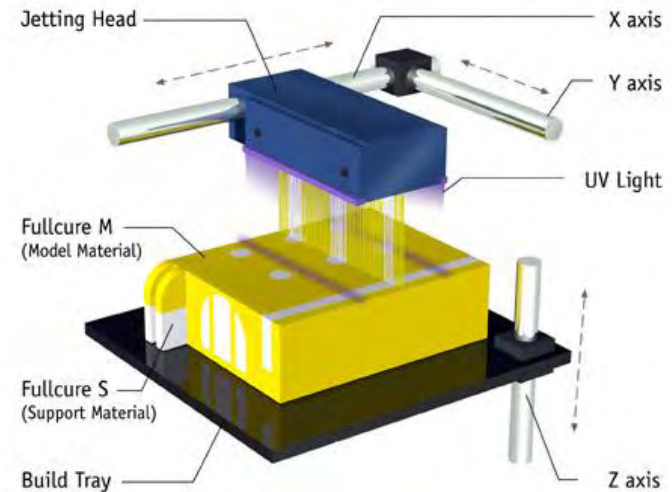
- Agglomération de poudres par injection de colles
- Matériaux : poudres
- Société : ZCorporation



+ Etat de l'art technique

Description des procédés

- **Polyjet :**
 - Résine solidifiée par laser UV
 - Jets de matériaux photopolymères sur le même principe que le jet d'encre
 - Couches déposées sur un support
 - Matériaux : photopolymères
 - Société : Objet Geometries, 3D Systems

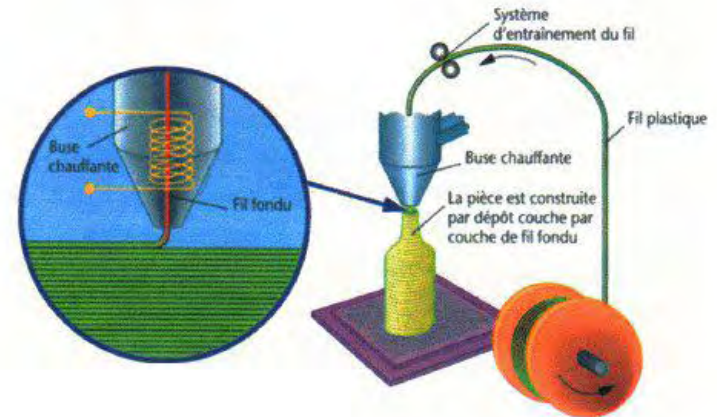


+ Etat de l'art technique

Description des procédés

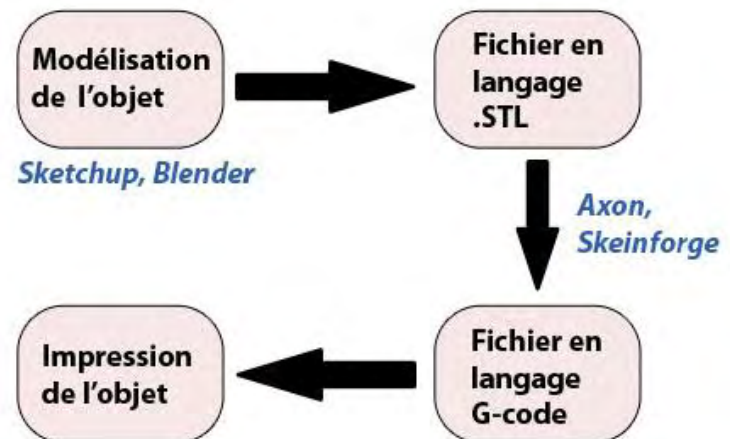
■ Fused Deposition Modeling (FDM) :

- Dépôt de filaments de plastique en fusion par une buse
- Matériaux : thermoplastiques, ABS, PLA, polycarbonates
- Société : Stratasys



■ Fused Filament Fabrication (FFF) :

- Même principe
- Imprimante destiné aux particuliers
- Projet : RepRap



+ Etat de l'art technique

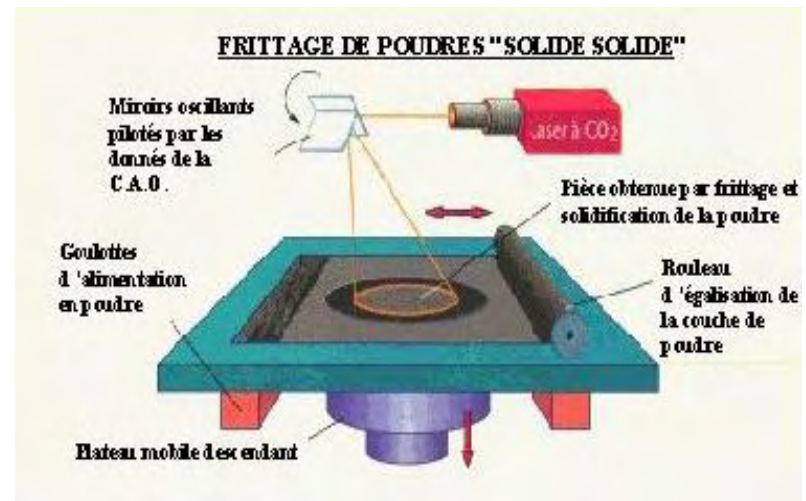
Description des procédés

■ Selective Laser Sintering (SLS) :

- Fusion des matériaux à l'état de poudre par un laser
- Poudre préchauffée à T° proche de T_{fusion}
- Matériaux : polymères, nylon, polystyrène, métaux...
- Société : EOS, PolyShape

■ Electron Beam Melting (EBM) :

- Même principe
- Fusion amorcée par un faisceau d'électrons
- Environnement : chambre à vide, $T^{\circ} = 700 \text{ à } 1000^{\circ} \text{ C}$
- Matériaux : titane
- Société : Arcam (Suède)



+ Etat de l'art technique

Avantages et inconvénients

Procédés	Avantages	Inconvénients
Stéréolithographie SLA <i>(StéréoLithography Aparatus)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Réalisation de pièces de grande taille (2m maximum) •Large gamme de matériaux 	<ul style="list-style-type: none"> •Assez lent (plusieurs heures) •Support en résine
3DP <i>(agglomération de poudre par injection de colles de couleurs)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Rapide •Couleur possible •Pas de support 	<ul style="list-style-type: none"> •Difficile à nettoyer •Pièces fragiles sans traitement post-impression •Aspect : granuleux
Polyjet <i>(solidification d'une résine par exposition à un rayon UV)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Précis (couche de 16μm) •Aspect : surface lisse •Bonne résistance mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> •Pièces complexes irréalisables : support rigide •Précision : grossière

+ Etat de l'art technique

Avantages et inconvénients

Procédés	Avantages	Inconvénients
FDM <i>(Fused Deposition Modeling)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Rapide •Bonne résistance mécanique dans le sens du fil 	<ul style="list-style-type: none"> •Résistance faible dans le sens du collage •Aspect : fils fondus perceptibles
SLS <i>(Selective Laser Sintering)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Pas de séchage : sauf pour la céramique •Pas de support 	<ul style="list-style-type: none"> •Objets peuvent se déformer avec le temps •Long à chauffer et à se refroidir
EBM <i>(Electron Beam Melting)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Très rapide •Peu de pertes d'énergie ($\eta = 95\%$) 	<ul style="list-style-type: none"> •Travailler en atmosphère sous vide •Aspect : surface plus rugueuse qu'au laser
FFF <i>(Fused Filament Fabrication)</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Open-source : tout le monde peut l'utiliser •Auto-répliquante 	<ul style="list-style-type: none"> •Vendu en kit •Coût : 800 pounds (environ 1160 €)

+ Etat de l'art technique

Présentation des matériaux

Procédés	Famille de matériaux	Exemples de matériaux
SLA	Photopolymères	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résines HD ▪ Résines transparentes
Polyjet		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résines polypropylènes ▪ Résines polyacrylates
3DP	Poudres Plastiques Métaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poudre de polyamide ▪ PMMA ▪ Inox
FDM	Thermoplastiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ABS ▪ PLA
SLS	Poudres	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polyamides de Nylon ▪ Alumide
Frittage de métaux	Métaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Titane ▪ Acier inoxydable

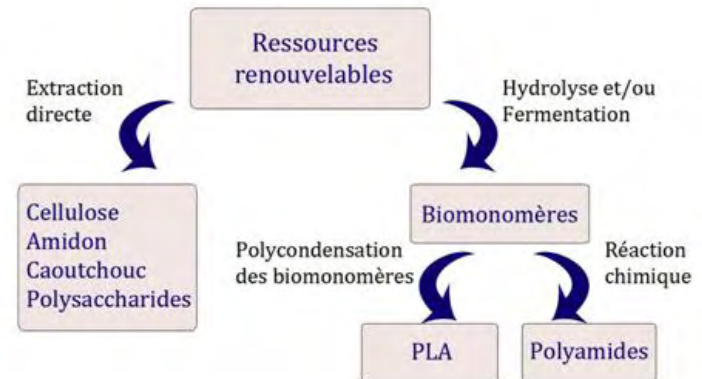
+ Impact environnemental

Relatif au procédé

- Economie d'énergie :
 - Électricité : laser = 50 W ;
four traditionnel = 1000 W
 - Transports : objets finis et matières premières
- Aucune émission de gaz à effets nocifs
- Pas d'utilisation de solvants

Relatif aux matériaux

- Polymères : issus de ressources renouvelables



- ABS : recyclable
- PLA : biodégradable

+ Impact environnemental



■ Perspectives

- ❑ Source d'énergie : solaire (panneaux photovoltaïques)
- ❑ Matériau : sable (fondu)
- ❑ Technique : Frittage solaire

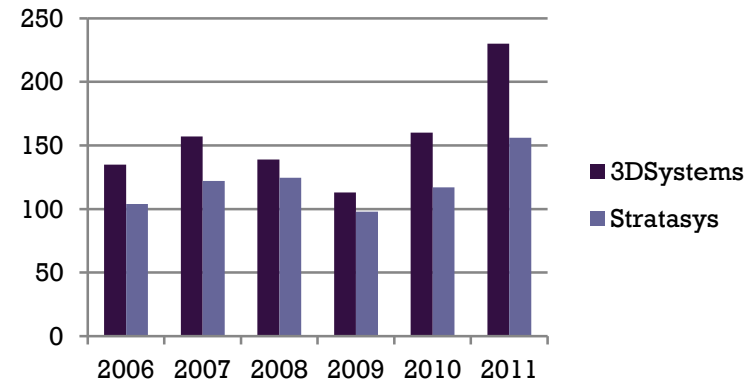
+ Etude de marché et analyse concurrentielle

Etude des marchés

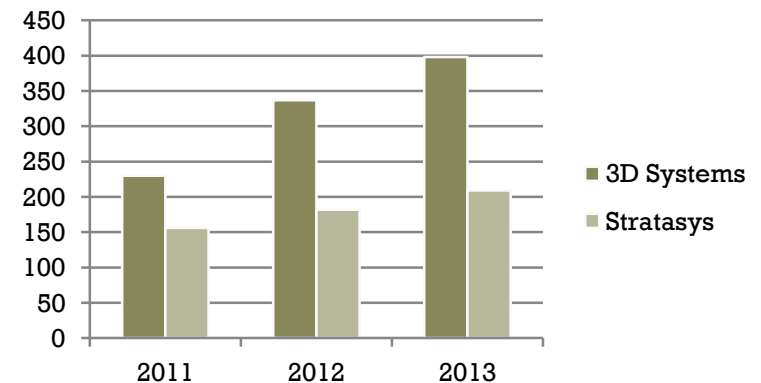
- 3 leaders :
 - 3D Systems
 - Stratasys
 - Objet Geometries

- Rachat de Zcorp par 3D Systems :
137 millions de dollars
Bénéfice supplémentaire attendu :
5 à 10 millions de dollars

- Alliance de HP avec Stratasys depuis janvier 2010



Graphique 1 : CA réalisés en millions de dollars



Graphique 2 : CA estimés en millions de dollars

+ Etude de marché et analyse concurrentielle

Applications



- Impression de vêtements
 - Société : Continuum Fashion
 - Produit : Bikini N12
 - Matériau : Nylon 12

+ Etude de marché et analyse concurrentielle

Applications



■ Impression d'objets design

- Société : Shapeways, qui propose de nombreux objets de designers comme Veneri Design
- Objet : Lampe
- Matériau : Plastique

+ Etude de marché et analyse concurrentielle

Applications



- Impression de nourriture
 - Créateur : Cornell University's Computational Synthesis Lab
 - Projet : Fab@Home (avec FabApps)
 - Matériau : nourriture

+ Etude de marché et analyse concurrentielle

Applications



■ Impression d'instruments de musique

■ Flûte traversière

Créateur : MIT Media Lab

Imprimante : 3D Objet Connex500

15h de travail ... mais fonctionnelle !



■ Violon

Créateur : EOS

Matériau : Polymère plastique

Etude de marché et analyse concurrentielle

Analyse concurrentielle

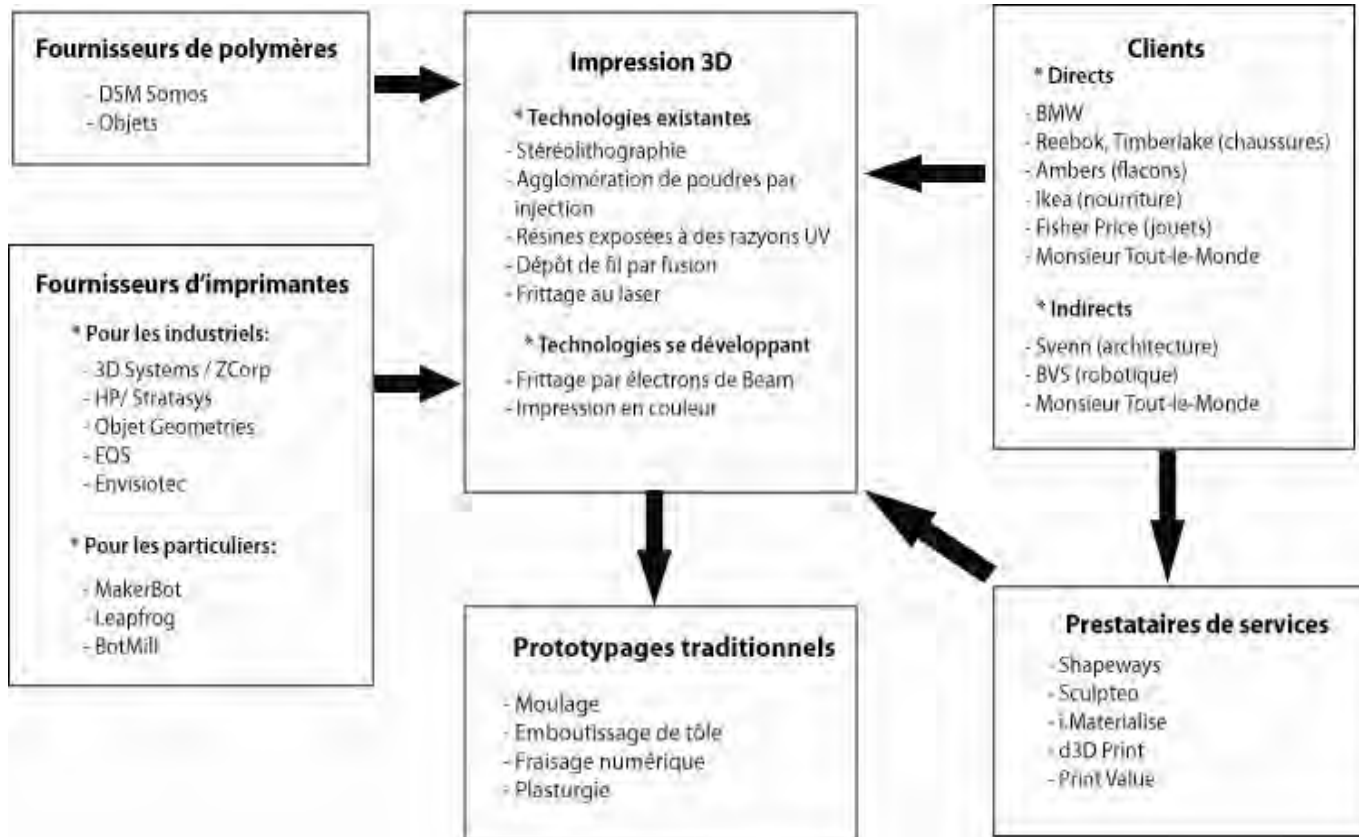


Diagramme de Porter :

- Nouvel entrant : impression 3D
- Par rapport aux protoypages traditionnels

+ Analyse stratégique et prospective

Synthèse des tendances

Matrice SWOT

Variables essentielles

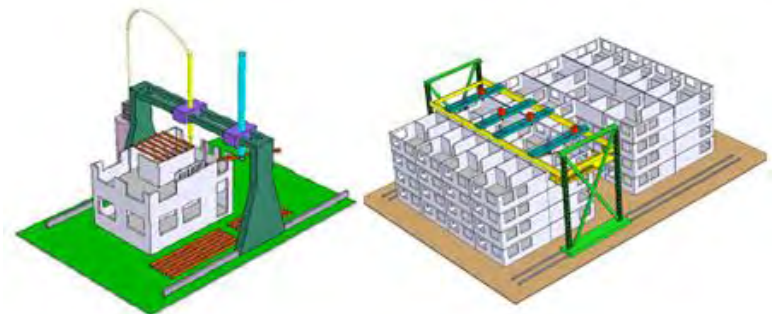
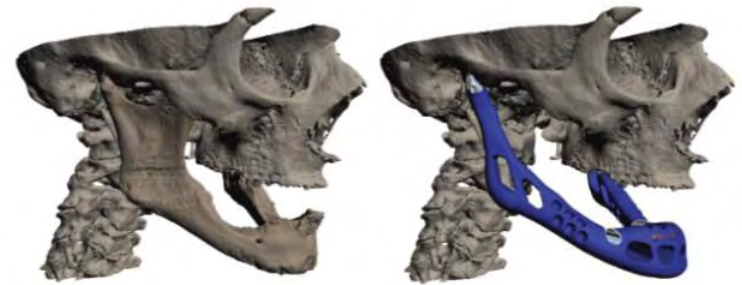
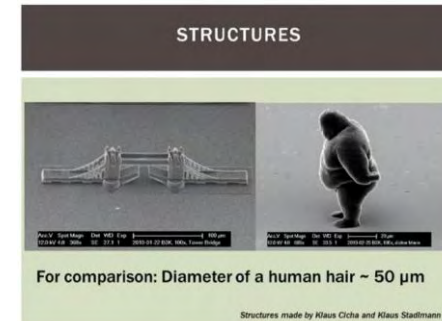
Economiques	Techniques	Législatives
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût ▪ Demande 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Couleur ▪ Taille ▪ Vitesse ▪ Matériaux utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouvelle réglementation

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> - Procédé plus rapide que le prototypage classique - Personnalisation selon besoin - Possibilité de réaliser des géométries complexes - Grande gamme de matériaux et possibilité de créer des composites 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu accessible au grand public - Matériaux chers et non recyclables - Résolution de l'impression encore grossière - Taille limitée des objets imprimés
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Demande croissante de prototypage - Besoin de délais courts - Développement des Fab Lab - Technologie pouvant trouver de nombreux domaines d'application 	<ul style="list-style-type: none"> - Public désintéressé par cette technologie - Le prototypage classique est un procédé fiable - Législation plus contraignante

+ Analyse stratégique et prospective

Facteurs de développement

- **Précision nanométrique** : étude en cours par des chercheurs autrichiens
- **Impression d'os pour une transplantation** :
 - Mâchoire construite par LayerWise
 - Composée de poudre en titane et d'un couchage céramique
 - Implantée sur une néerlandaise de 83 ans
- **Impression de maison en béton** :
 - Constructions solides à moindre coût
 - Système utilisable dans 2ans





Conclusion

- ❑ Secteur prometteur, en pleine expansion
- ❑ Améliorations possibles :
 - Impression en couleur
 - Machines plus rapides
 - Plus de limite de taille pour les objets finis
 - Meilleures propriétés mécaniques
 - Moindre coût
- ❑ Hypothèses :
 - Se démocratise dans les usines et chez Monsieur Tout-le-monde
 - Reste un marché de niche , indispensable dans certains domaines

