

Rapid Prototyping Rapid Tooling Rapid Manufacturing

Hilke Vervaeke
expert design agréé par l'Awex

12 décembre 2007

Agenda

1. Pourquoi le prototypage rapide?
2. Principe du prototypage rapide
 1. Le principe général
 2. Une gamme de process disponible
 3. Une gamme de matériaux disponibles
 4. Les étapes communes à toutes les techniques
3. Les différentes techniques du prototypage
4. Exemples des réalisations d'aujourd'hui et demain?

Pourquoi du prototypage rapide?

- Communication avec:

Le designer

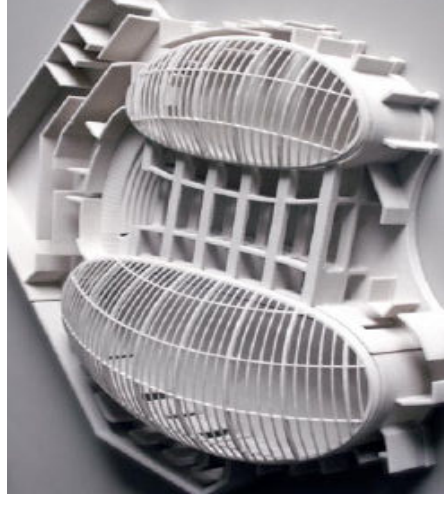
Ingénieurs

Ingénieurs de production

Client final

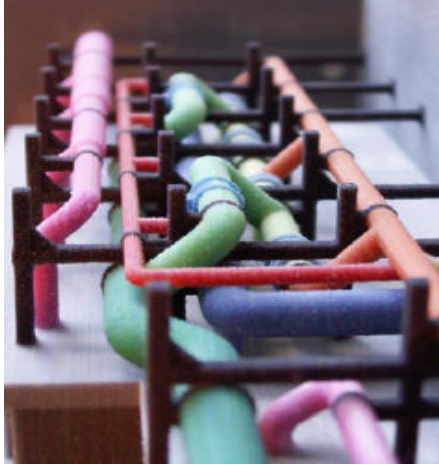
Département marketing interne ou externe

...

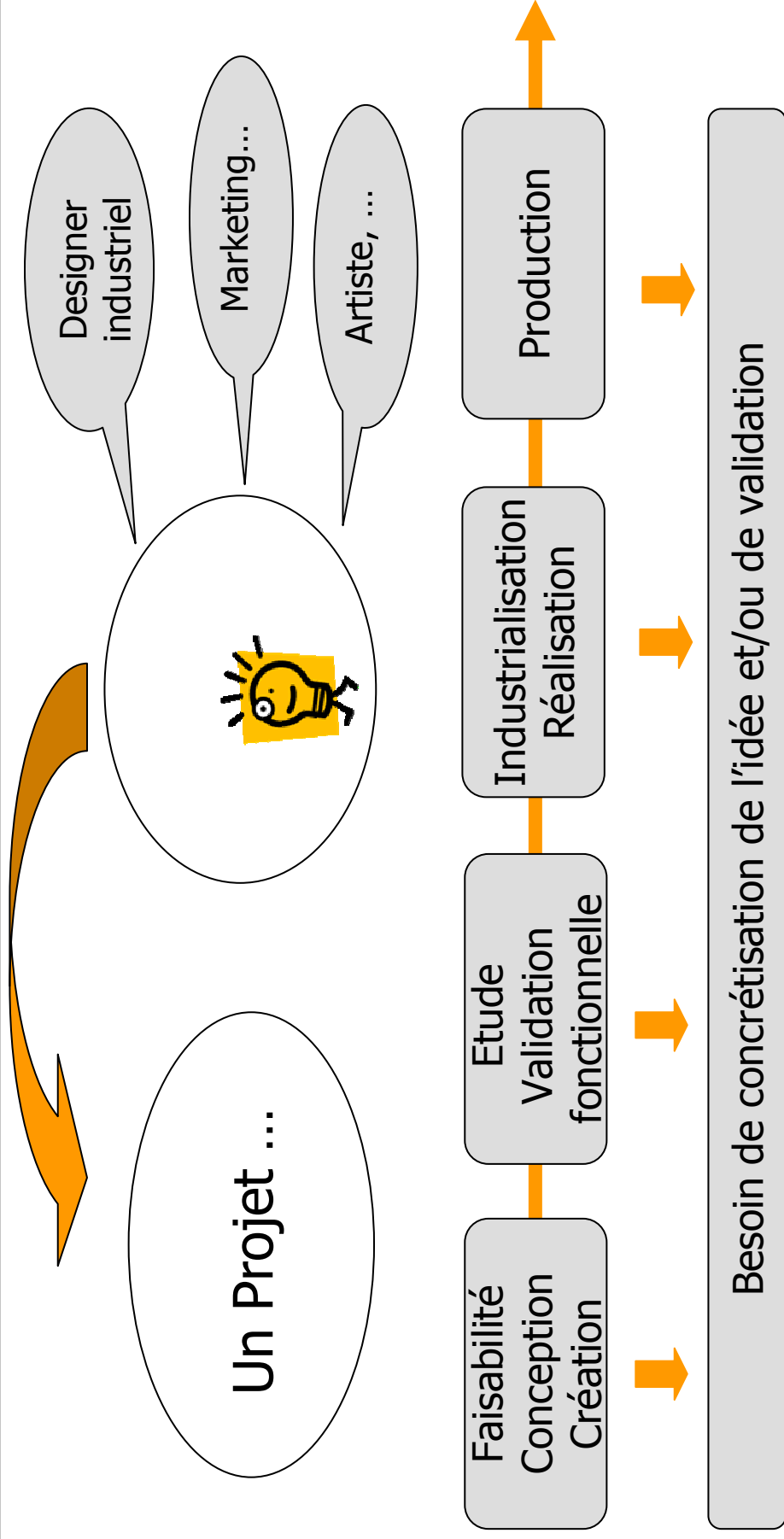


Pourquoi du prototypage rapide?

- Validation de:
 - l'ergonomie
 - l'esthétique
 - la séquence d'assemblage
 - l'aspect fonctionnel
 - l'outillage de production
 - ...
- Fabrication directe:
 - nouveau langage formel
 - nouveau mode de distribution

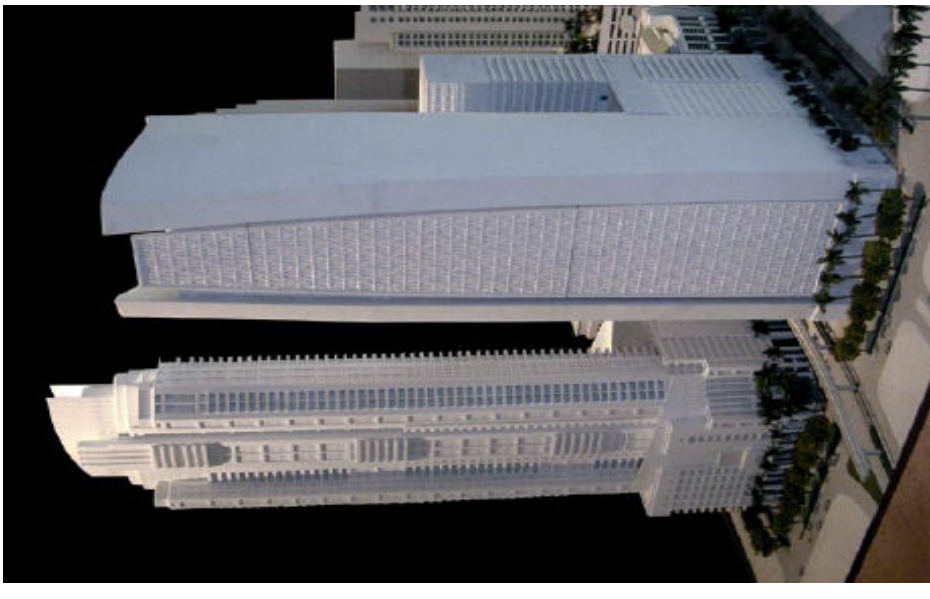


Pourquoi le prototypage rapide?

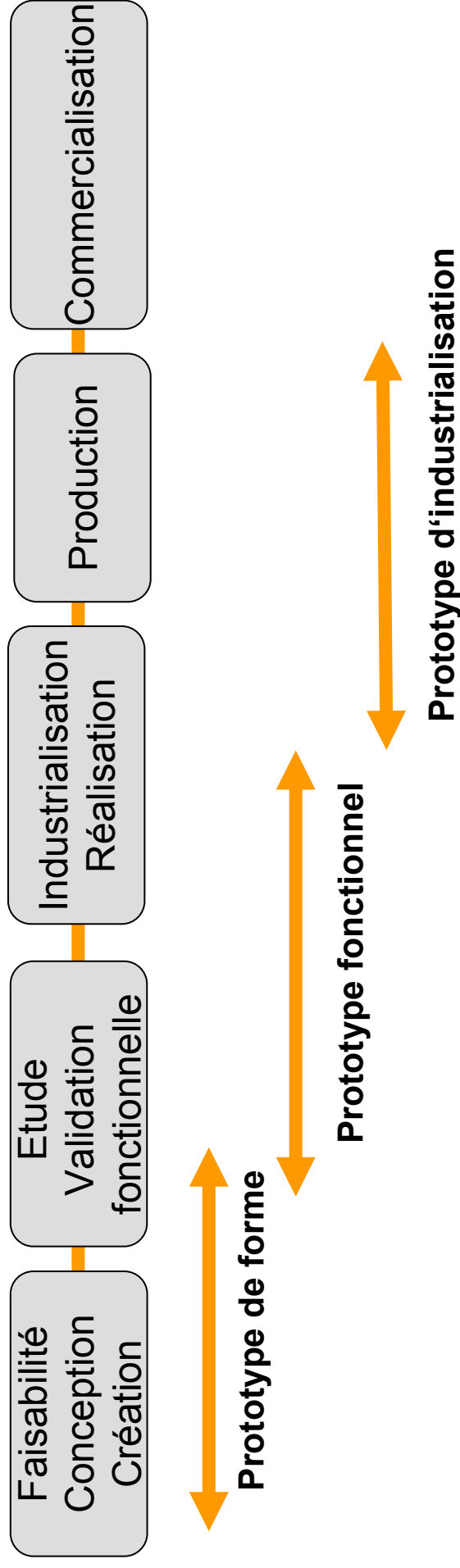


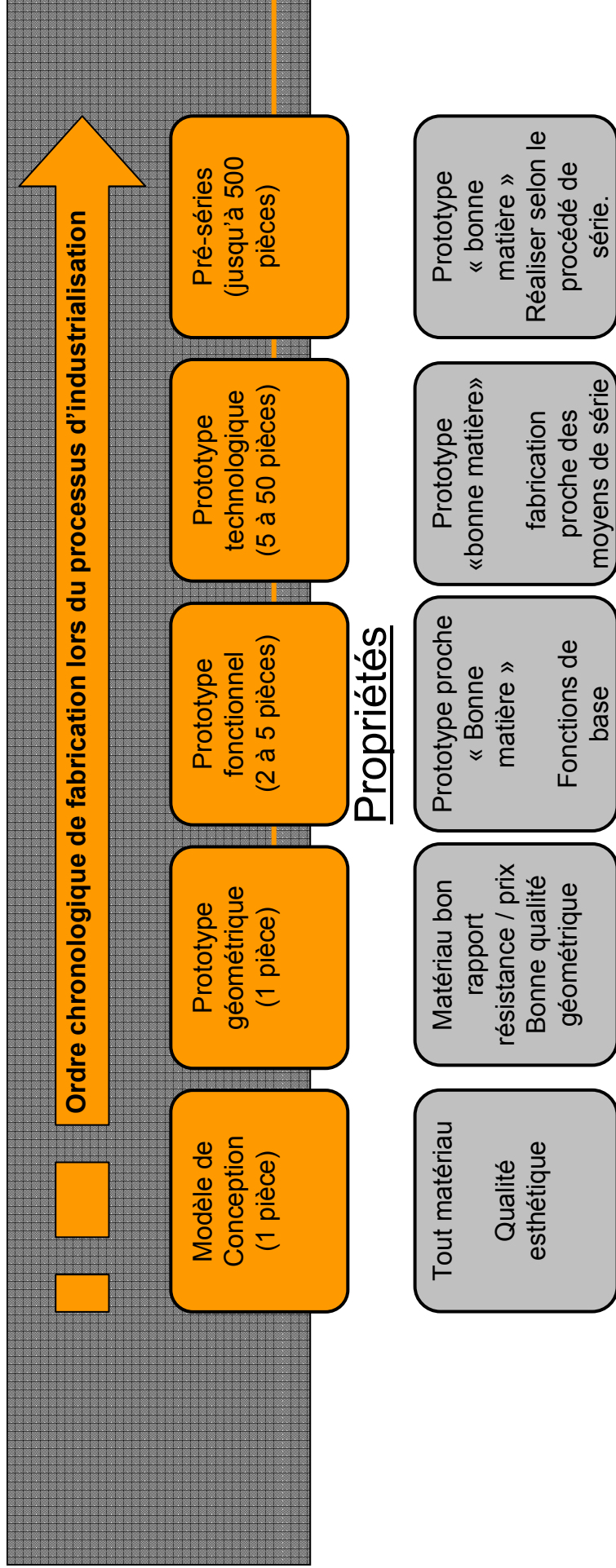
Pourquoi le prototypage rapide?

- Les prototypes peuvent remplir différentes fonctions :
 - Maquette de **validation de forme**.
 - Prototype **fonctionnel** ou « **bonne matière** ».
 - Validation de procédés ou « **bon process** ».



Pourquoi le prototypage rapide?





Fonction au cours du développement

Visualisation du dessin Tests ergonomiques Etude de marché Définition des options technologiques de base	Faisabilité Tests d'emballage Modèle pour moules et outillages de production	Tests fonctionnels Optimisation des principes d'assemblage et de fonctionnement Conception des outils et outillages	Validation et choix des opérations de fabrication et moyens de production Fabrication des outils et outillages	Détermination et validation des paramètres du process Mise en place et réglage de l'outil de production série
--	---	--	--	---

Pourquoi du prototypage rapide?

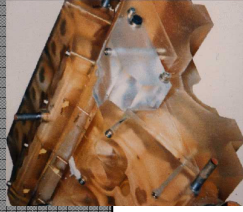
- Réduction du facteur "time to market" de 50% !
- Optimisation des coûts de production !
- Réduction de 30 à 50%!
- Accroissement de la complexité des produits.
Nombreuses variantes (customizing) + multifonctionnalité



Applications/Matériaux



MODELE DE
COMMUNICATION



PROTOTYPES
FONCTIONNEL



OUTILLAGE
RAPIDE

Faisabilité
Conception
Création

Etude
Validation
fonctionnelle

Industrialisation
Réalisation

Production

Commercialisation

MODELES
MARKETING



PROTOTYPES
METAL



VALIDATION



OUTILS
PROTO



PETITE
SERIE



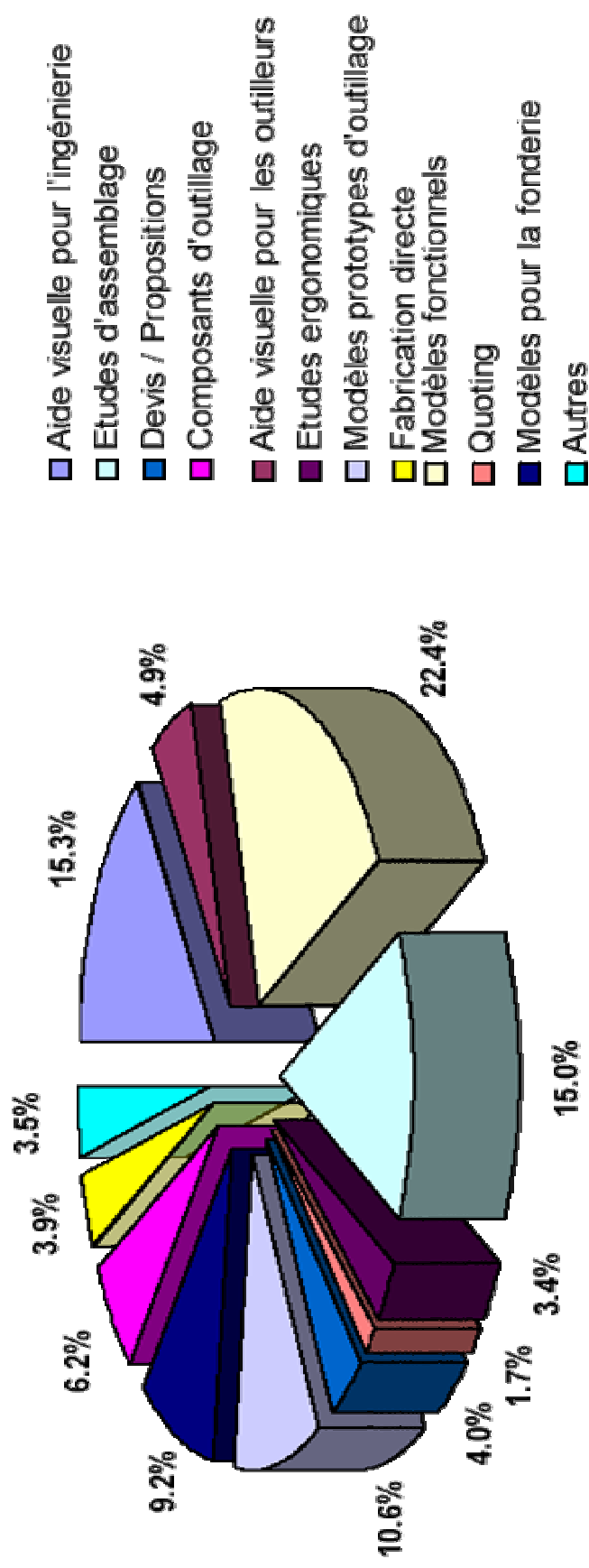
OUTILDE
PRODUCTION



PRODUCTION

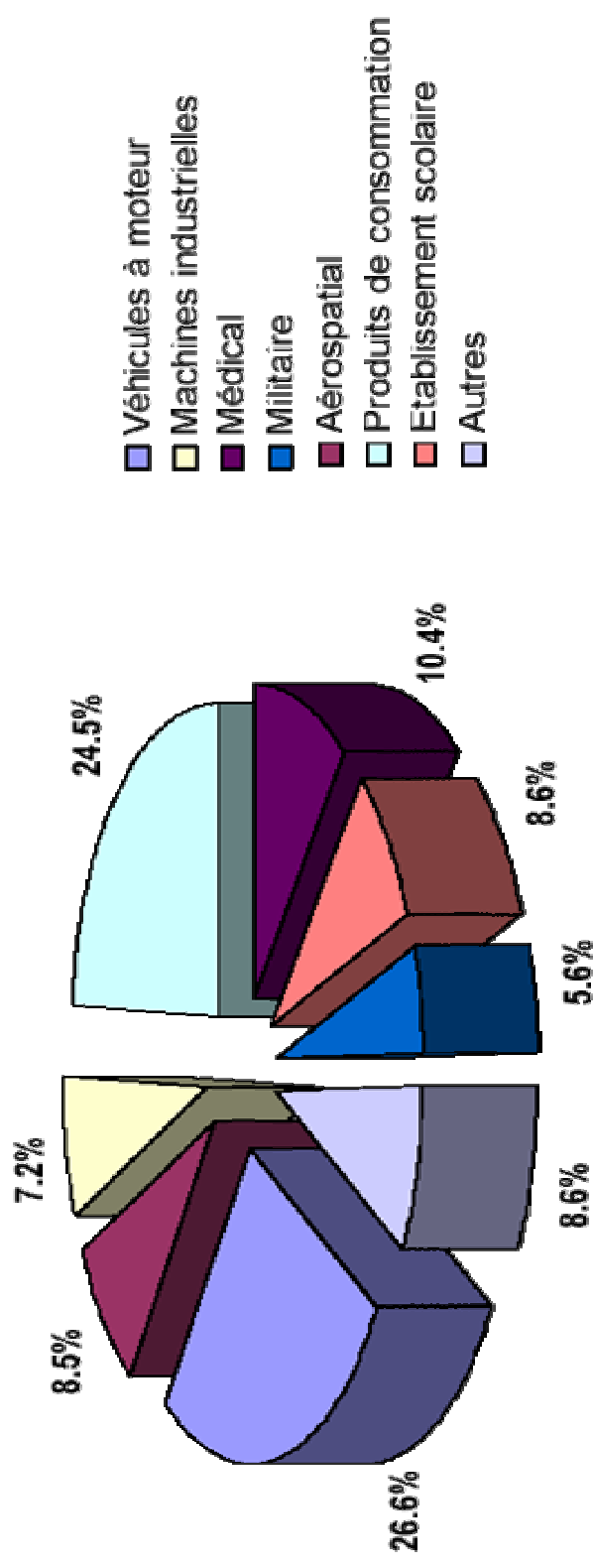


Pourquoi le prototypage rapide?



2005

Pourquoi le prototypage rapide?



2005

Le prototypage rapide peut:

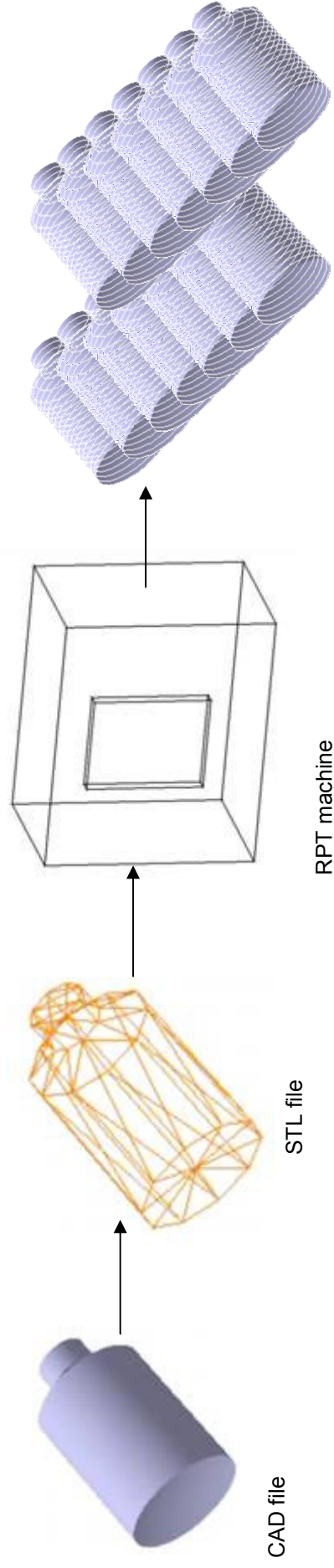
- Diminuer le délai et coût de la phase de conception
- Diminuer le délai et coût de production en petite série
- Réduire le nombre de pièces à assembler
- Augmenter la complexité géométrique (indémoulable, inusinable)
- Augmenter le nombre de variantes d'un même produit



Principe du prototypage rapide

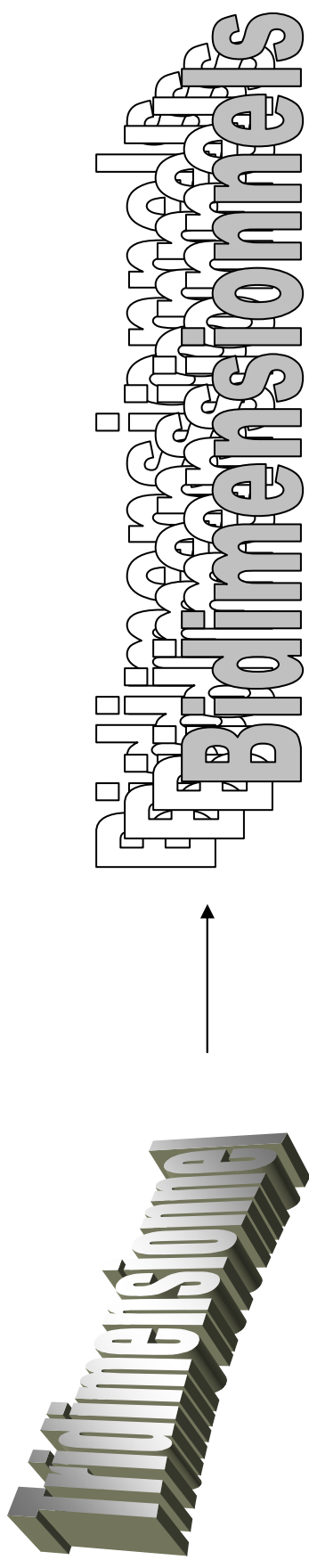
Prototypage rapide

fabrication rapide de modèles et de prototypes à partir de l'image numérique de l'objet, conçu avec les outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur)



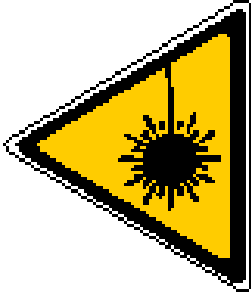
Principe du prototypage rapide

- Transformer un processus tridimensionnel en une succession de processus bidimensionnels.
- Processus par addition de matière



Principe du prototypage rapide

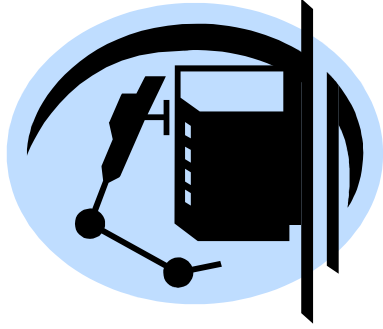
Une gamme de **process disponibles ...**



Technologies RP basées sur le laser

- Stéréolithographie + Optoform (photopolymérisation)
- Frittage de poudre.
- Fusion de poudre.
- LOM (découpe papier).

Technologies RP non basées sur le laser

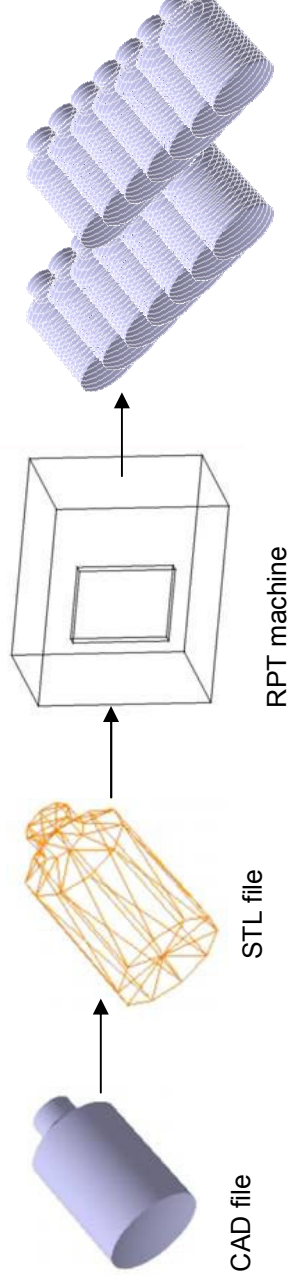


- 3D printing (principe jet d'encre).
- Dépôt ou projection de matière.
- Polymérisation par flash UV ou lumière visible.
- Stratoconception (découpe et assemblage).

Attention, liste non exhaustive et en constante évolution !!

Les étapes communes à toutes les techniques

- Données de départ : fichiers CAO 3D - STL
- Pré-traitement :
Corrections STL, orientation, supports, tranchage 2D
- Fabrication :
Entièrement automatisée
- Post-traitement :
Nettoyage, sablage, enduction, finition spéciale



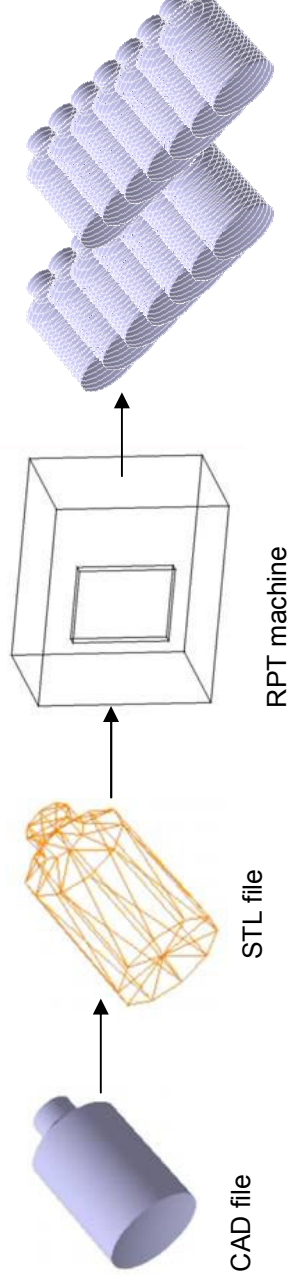
Format STL

- Les triangles sont utilisés pour définir les surfaces
- Il est plus facile de trancher des facettes planes que des surfaces complexes
- High resolution = plus de triangles et fichier plus gros
- Orientation des facettes:
Les normales pointent toutes dans la même direction

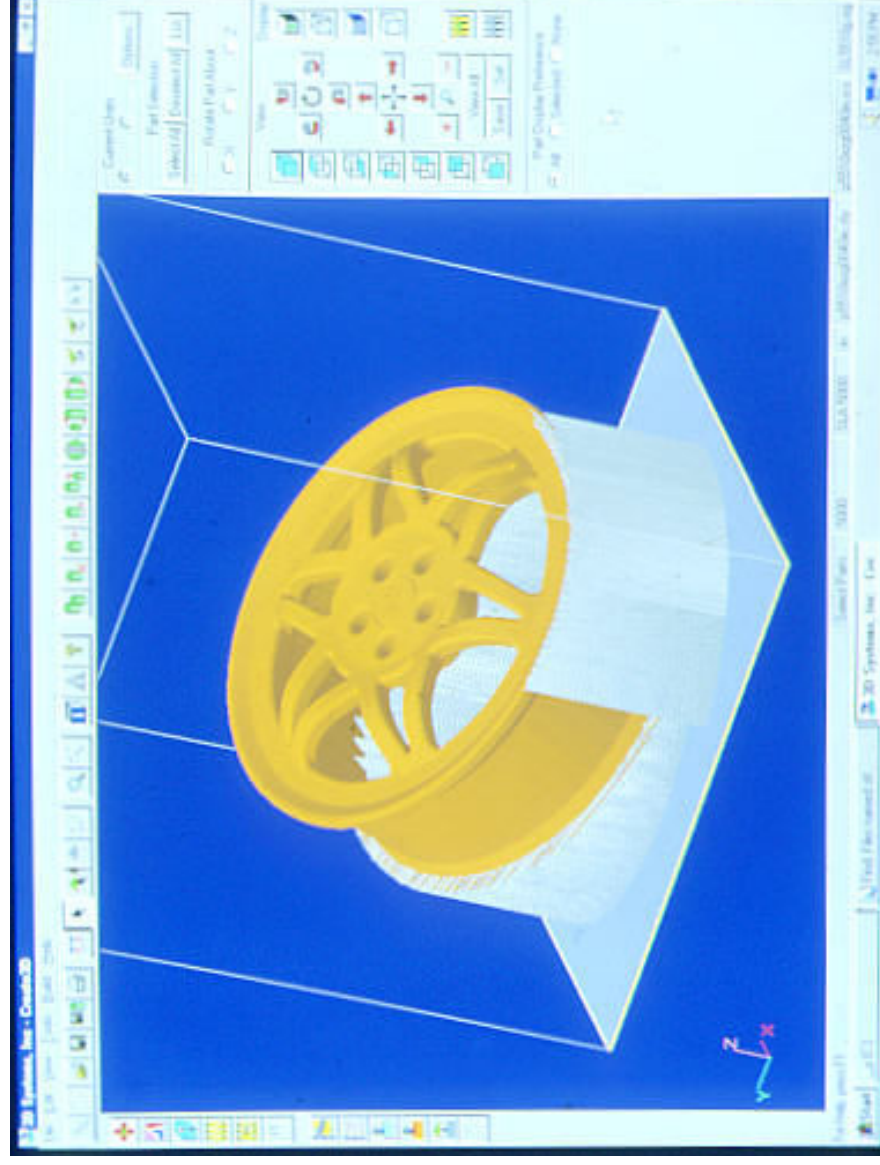


Les étapes communes à toutes les techniques

- Données de départ : fichiers CAO 3D - STL
- Pré-traitement :
Corrections STL, orientation, supports, tranchage 2D
- Fabrication :
Entièrement automatisée
- Post-traitement :
Nettoyage, sablage, enduction, finition spéciale

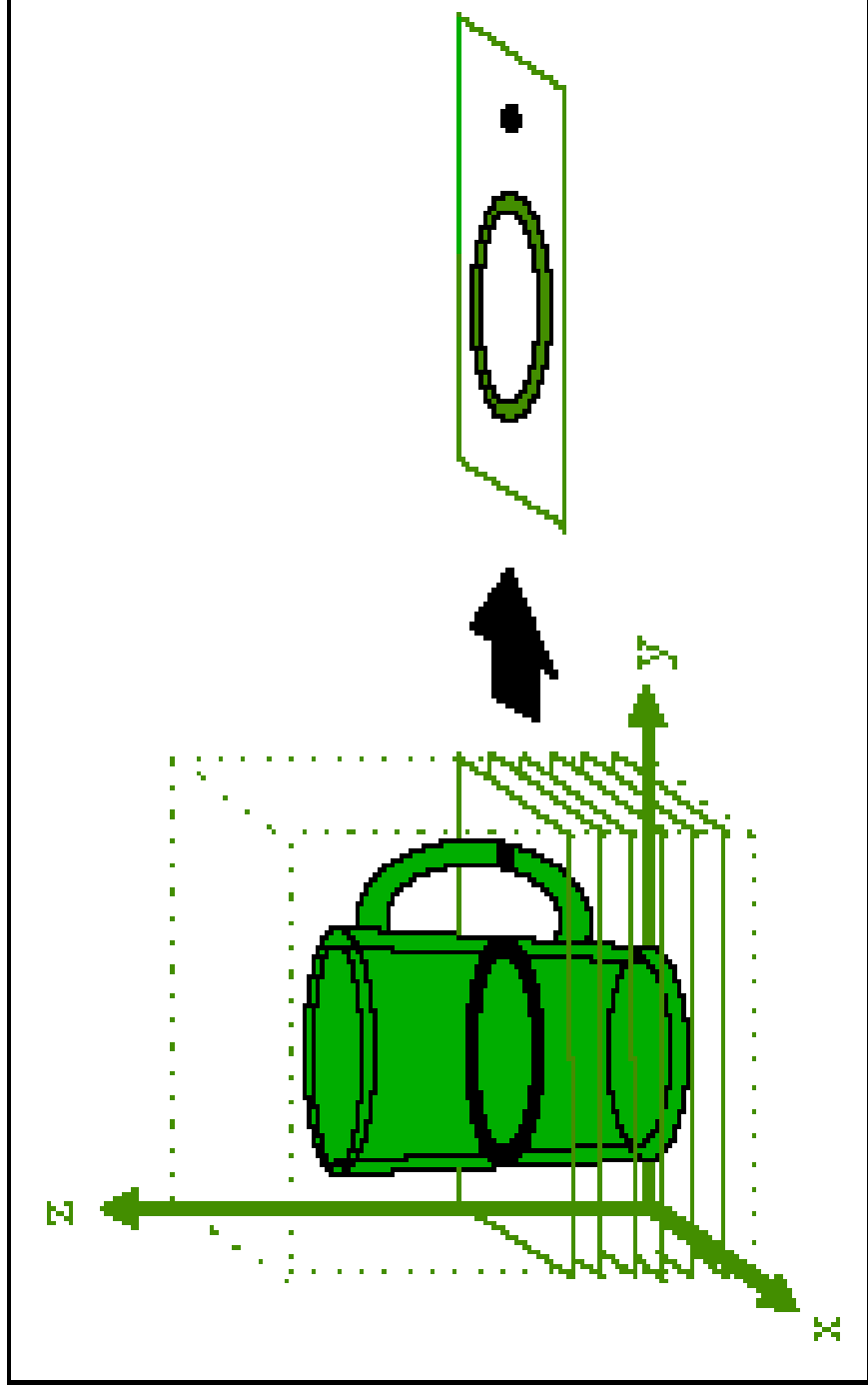


Préparation du fichier de construction



- Logiciel spécifique par technique:
- Vérifie
 - Oriente
 - Génère les supports
 - Découpe en tranches

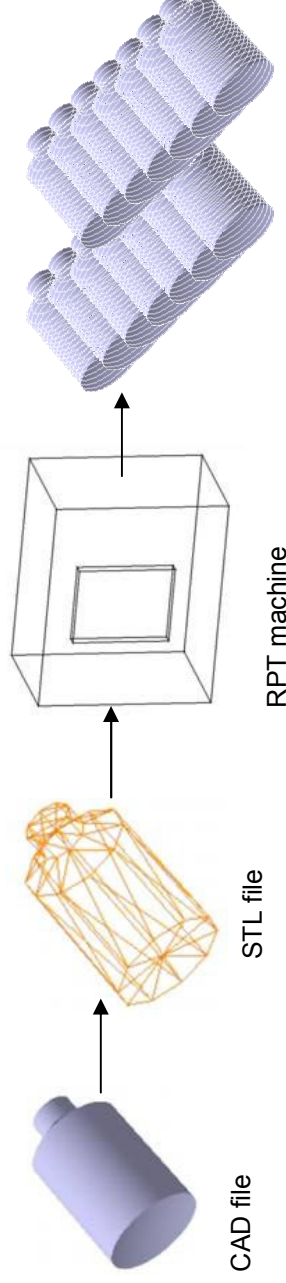
Le découpage



(slicing = fines tranches de 0.02 ... 0.25 mm)

Les étapes communes à toutes les techniques

- Données de départ : fichiers CAO 3D - STL
- Pré-traitement :
Corrections STL, orientation, supports, tranchage 2D
- Fabrication :
Entièrement automatisée
- Post-traitement :
Nettoyage, sablage, enduction, finition spéciale



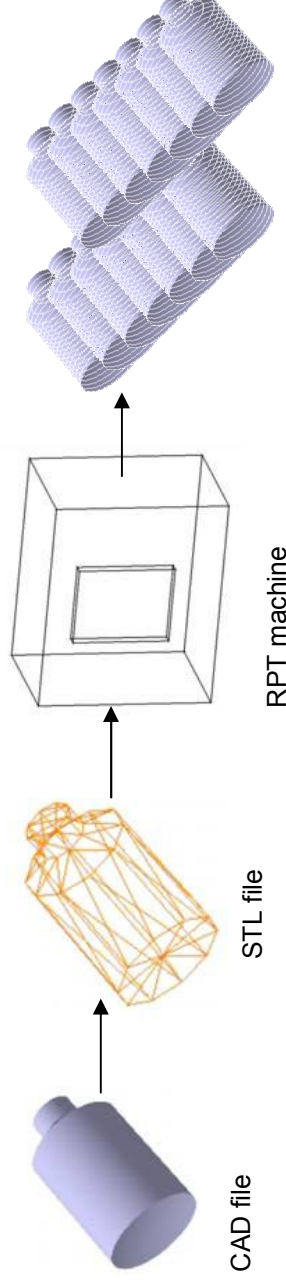
Transmission des données

- Transférer le fichier au système
- Le logiciel transmet la fabrication
- Après quelques minutes, la pièce commence à être fabriquée !



Les étapes communes à toutes les techniques

- Données de départ : fichiers CAO 3D - STL
- Pré-traitement :
Corrections STL, orientation, supports, tranchage 2D
- Fabrication :
Entièrement automatisée
- Post-traitement :
Nettoyage, sablage, enduction, finition spéciale

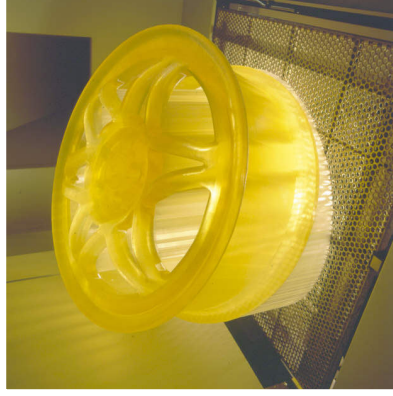


Les techniques du prototypage rapide

Le Procédé de Stéréolithographie

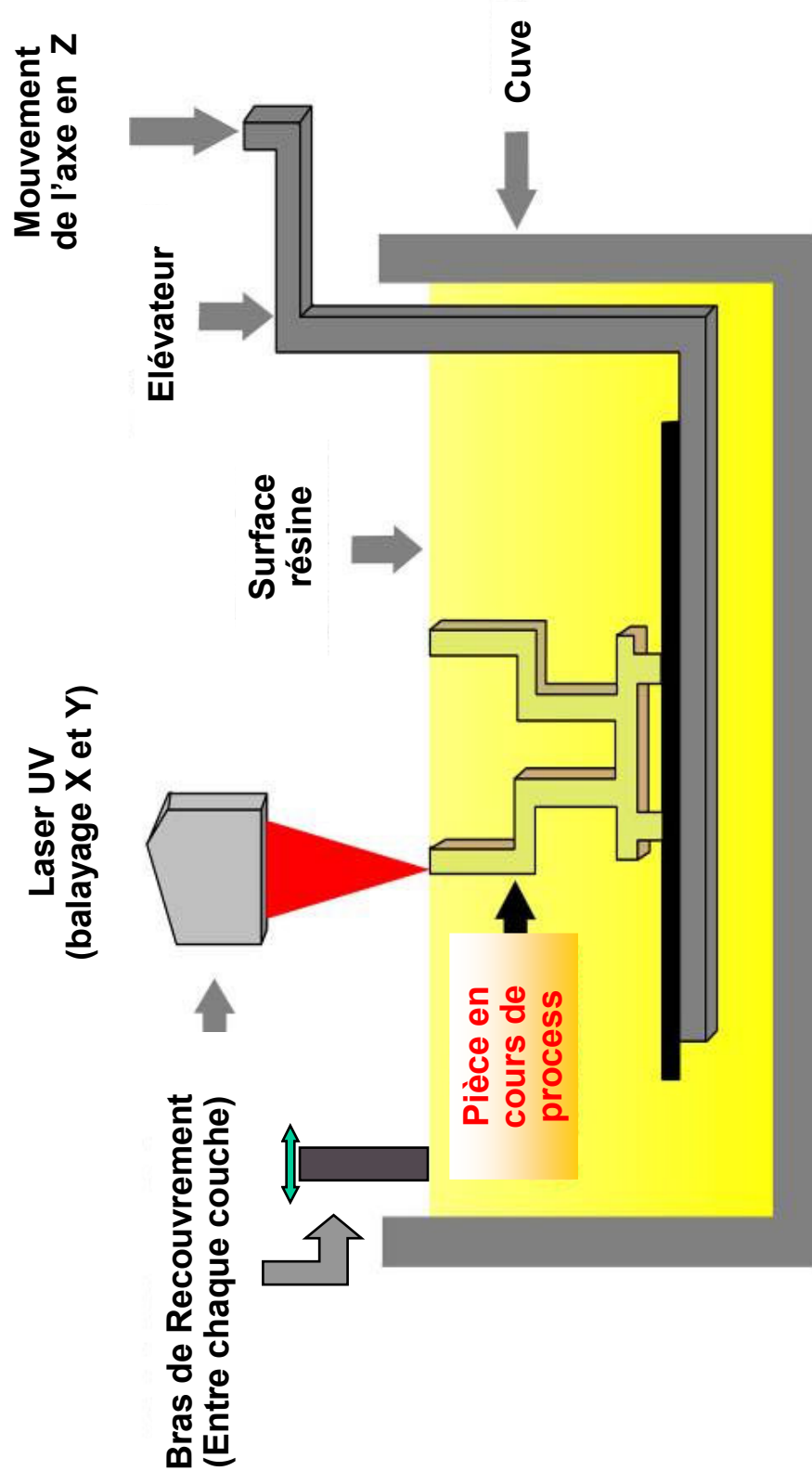
Stéréolithographie

- SLA est la première réelle technique de prototypage rapide.
- La technique a généré l'extension *.STL qui sera utilisée par tous les procédés de prototypage.
- Un faisceau laser UV polymérise la résine. La pièce est créée couche par couche.

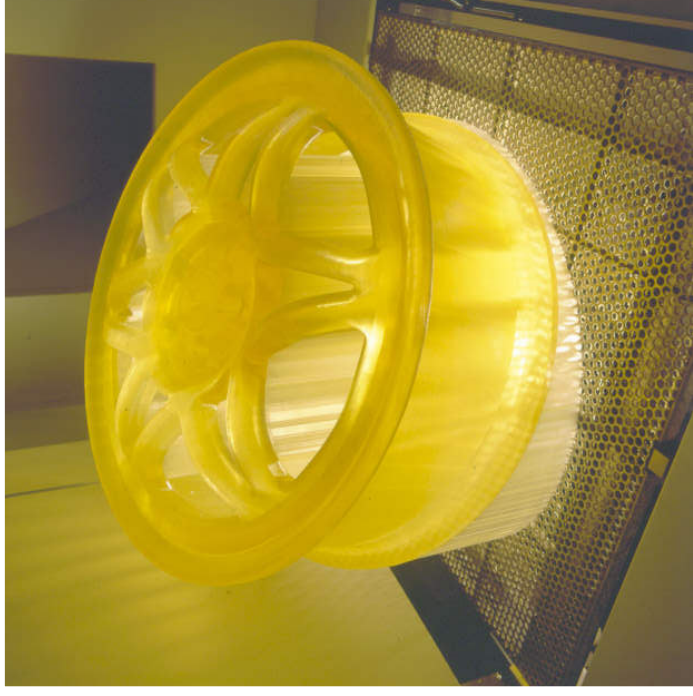


Les techniques du prototypage rapide

Le Procédé de Stéréolithographie



Le Procédé de Stéréolithographie



Stéréolithographie

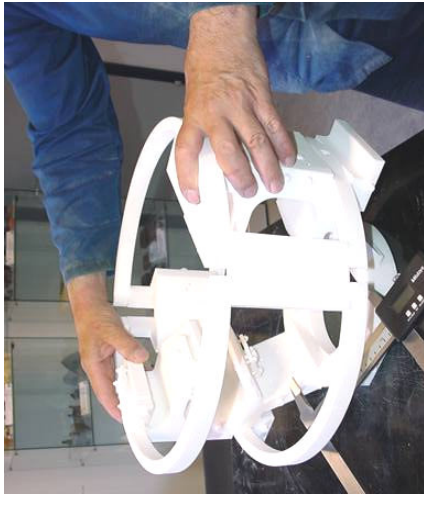
- Technique largement diffusée
- Bonne maîtrise dimensionnelle: $\pm 0.1 \%$
- Etat de surface:
au mieux 0.8 Ra.
- Utilisation pour fonderie (Quickcast)
- Faibles caractéristiques mécaniques et thermiques,
mais: **PP**, **transparence**,...
- Idéal pour petites pièces complexes
- Grandeur max: 250X250X250



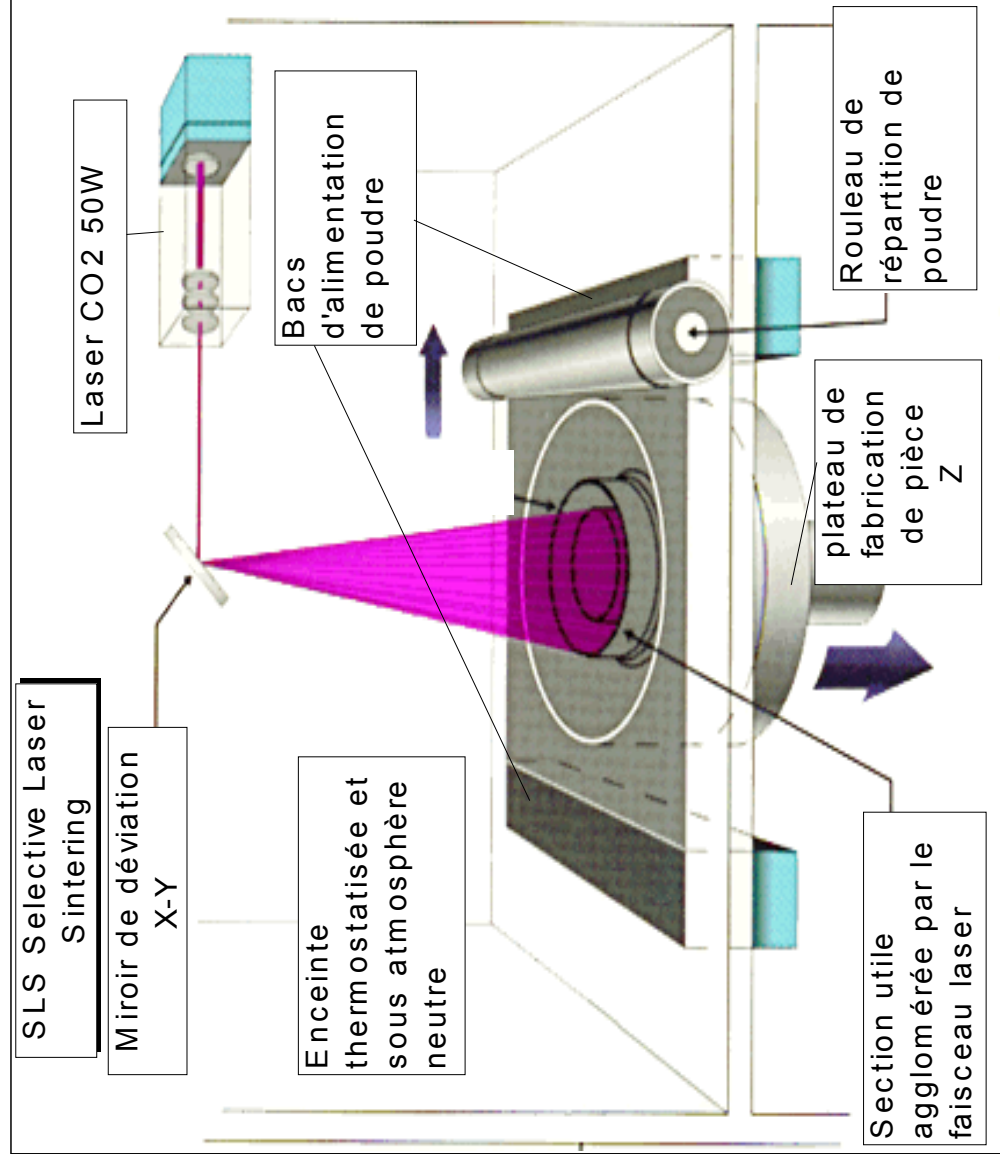
Les techniques du prototypage rapide

Frittage de poudre- Laser sintering

- Une machine de frittage de poudre utilise des poudres en matières plastiques, métalliques ou du sable.
- Une fine couche de poudre est déposée
- Le laser chauffe la poudre supérieur à sa température de fusion.



Frittage de poudre



Applications

Pièces plastique complexes et prototypes



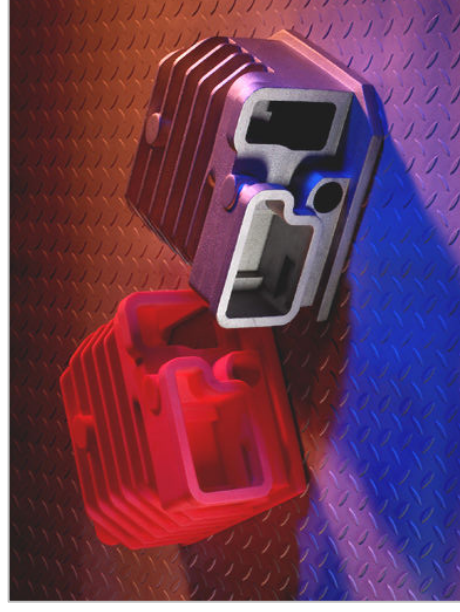
Pièces fonctionnelles, flexibles ayant l'apparence et les caractéristiques du caoutchouc



Outillages métalliques complexes, pièces et prototypes



Modèles complexes pour coulée en cire perdue



Laser-sintering is suitable for production of individual fashion items

Fashion items

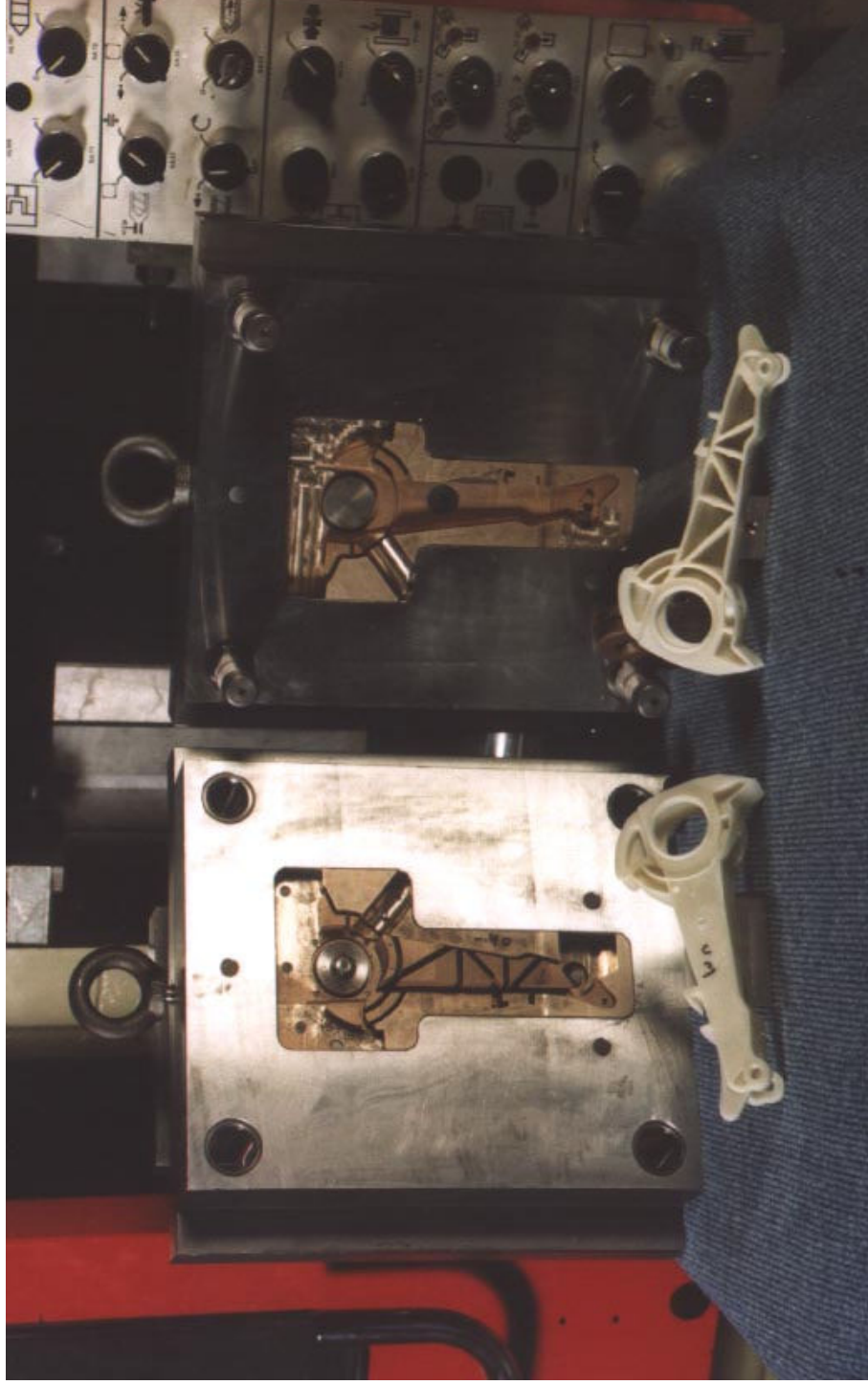
- Requirement:
 - individual fashion bag made of chain material with accessories
- Solution:
 - Laser-sintering with EOSINT **P** 380ⁱ using PA 2200 as series material
 - AutoFinish (2 hours)
- Result:
 - individual fashion article
 - very smooth surface finish mother-of-pearl like
 - freedom of design
 - no limitations of conventional manufacturing methods



Laser-sintered handbag

Metal sintering, DMLS: Direct Metal Laser Sintering

Frittage Laser Direct de Poudre Métallique



Laser Sintering

- Grande vitesse de travail
- Grande variété de matières (plastiques/métaux/ sables)
- Applications fonderie
- Pas de support
- Formats pièces:
- *Laser sintering*: **EOSINT P350/360.** **340 X 340 X 590 mm**
- *Direct Metal Laser sintering*:
 EOSINT M 250 Xt. **250 X 250 X 150 mm**
- Précision: +/- 0.1-0.2 mm
- Finition: imprégnation

Les techniques du prototypage rapide

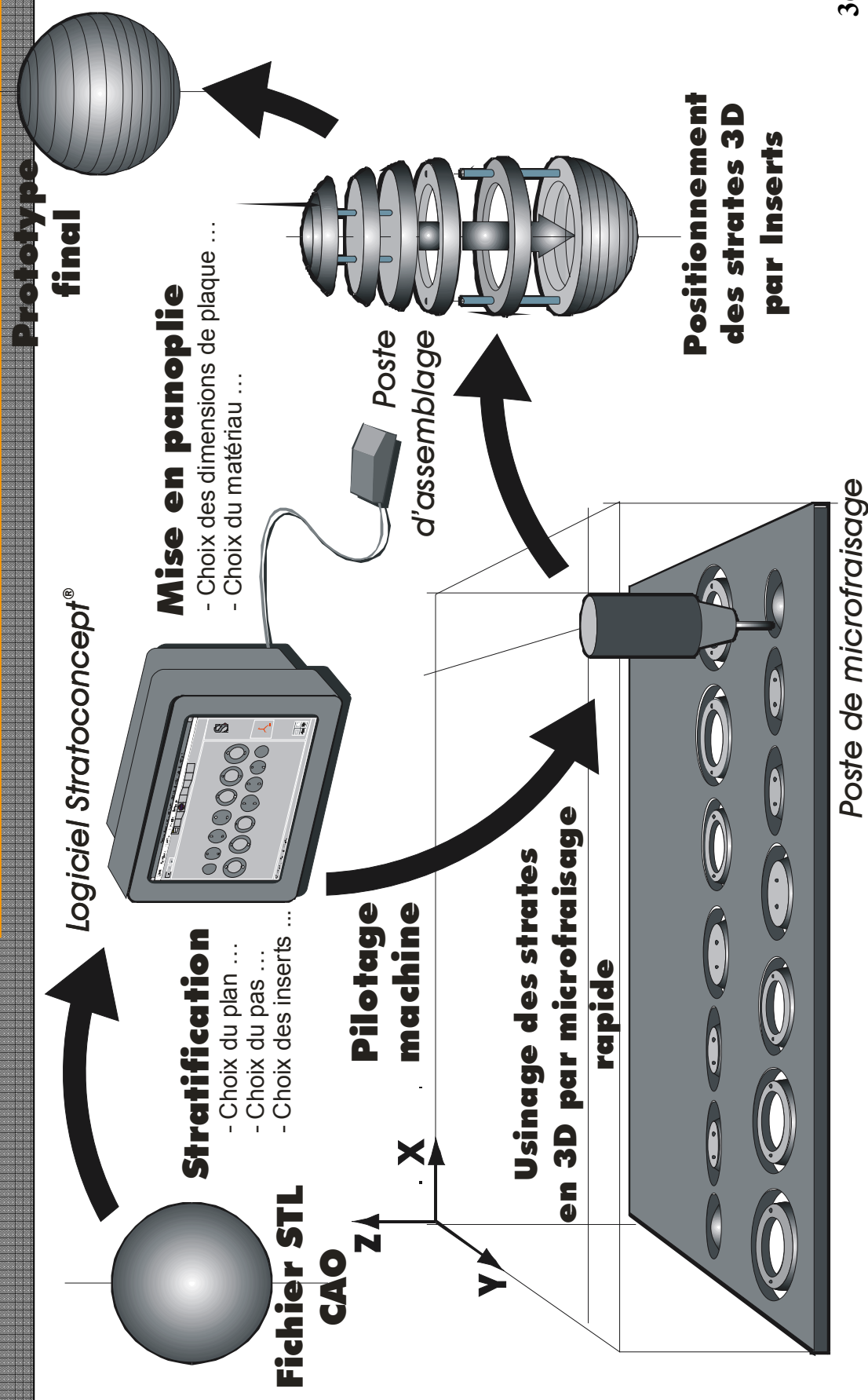
Stratoconception

Principe de la stratoconception

- Fraisage des sections dans une plaque.
- Sections sont assemblées par collage, par fusion ou par centrage.
- Le modèle peut être ensuite poncé et poli.

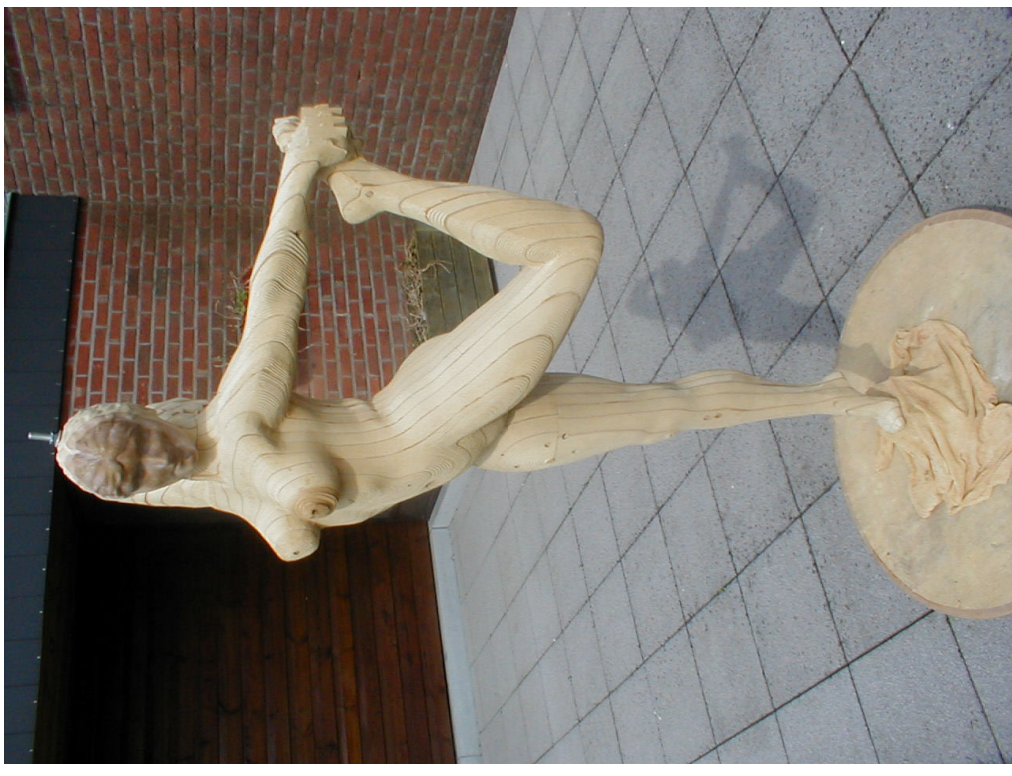
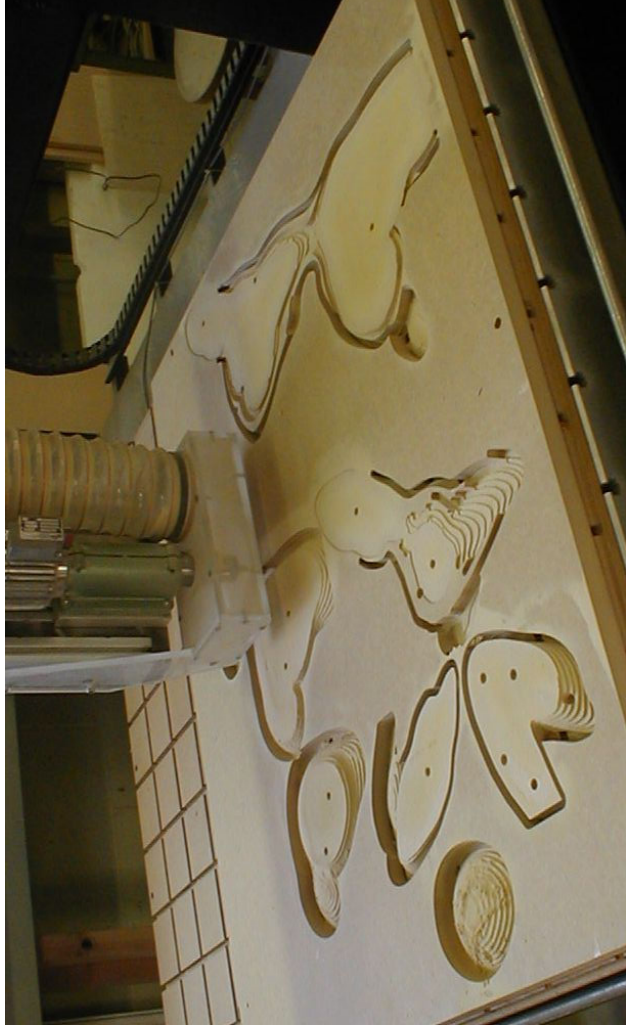
Stratoconception: procédé consistant à décomposer à partir d'un fichier numérique une pièce complexe en couches élémentaires simples appelées "strates" .

Stratoconception

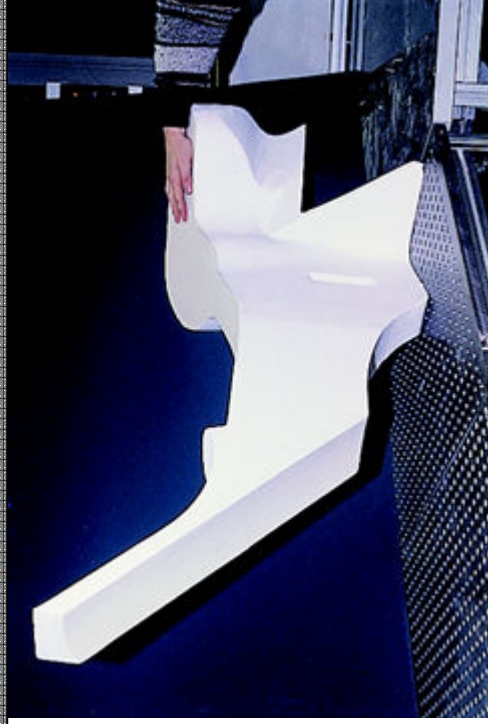


Les techniques du prototypage rapide

Stratoconception



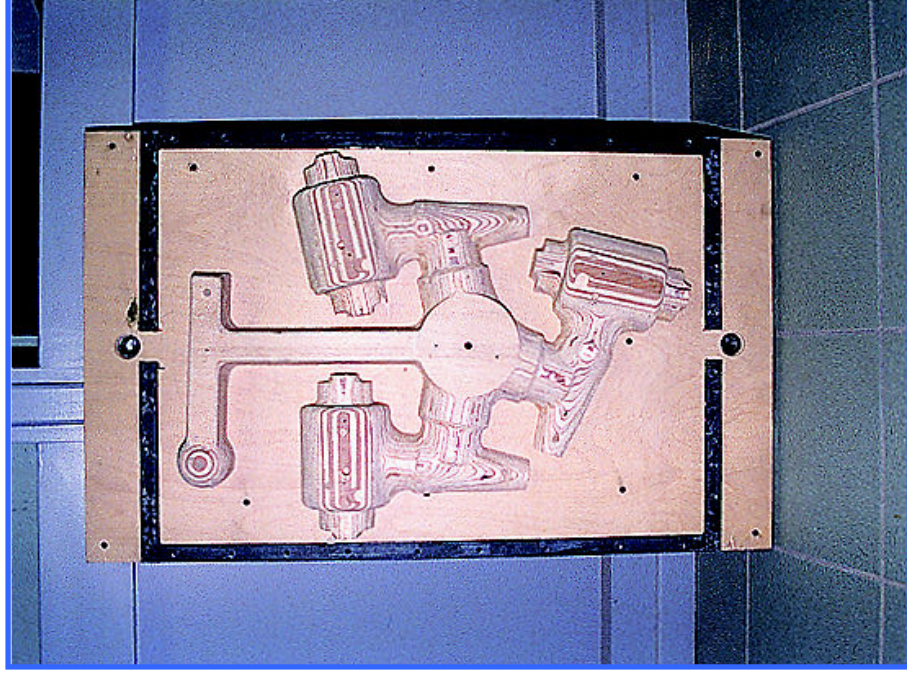
Procédé de Stratoconception



**Modèle de
tableau de bord**
(positif de rotomoulage -
médium ép. 16 mm)



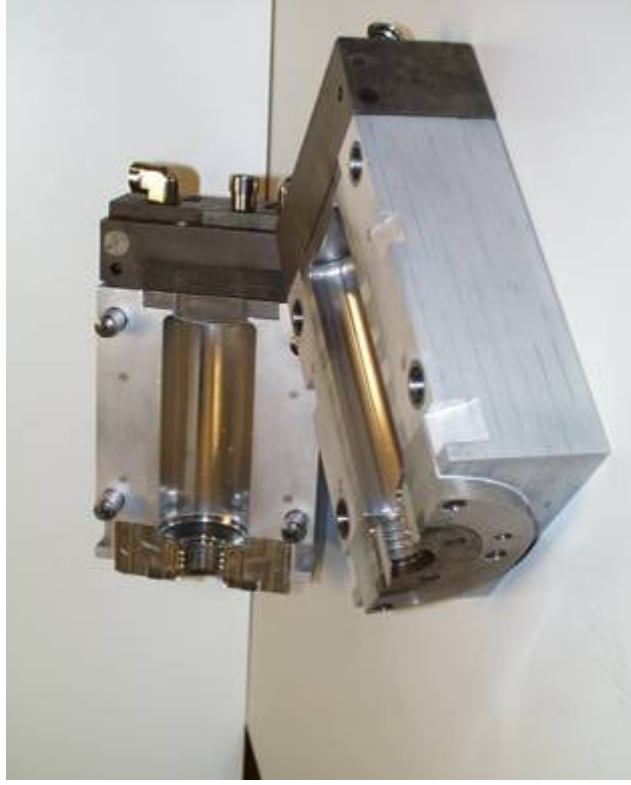
**Maquette d'aspect
de l'arrière**
(polystyrène expansé
ép. 45 mm)



Plaque modèle de pivot avant
(multiplis de hêtre)

Procédé de Stratoconception

Outillage rapide – Plasturgie, Moulage



Moule d'extrusion-soufflage
(Aluminium)



Outillage rapide de coulée pour béton réfractaire
(Médium)

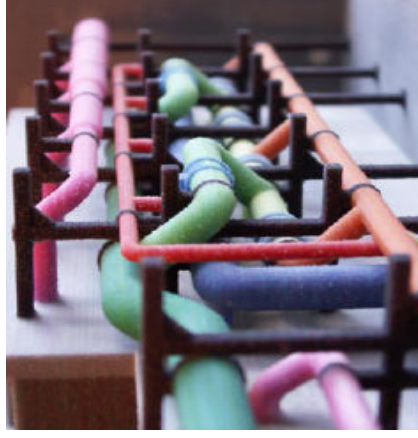
Stratoconception

- Grande variété de matières (plaques plexi/carton/bois/métaux/)
- Applications outillage, fonderie
- Pas de support
- Formats pièces illimités, (course machine 2,5 axes de 1000X1500 mm)
- Assemblage par insert, pontets (pièce transparent, imbrication)
- Polissage, ponçage, assemblage manuelle

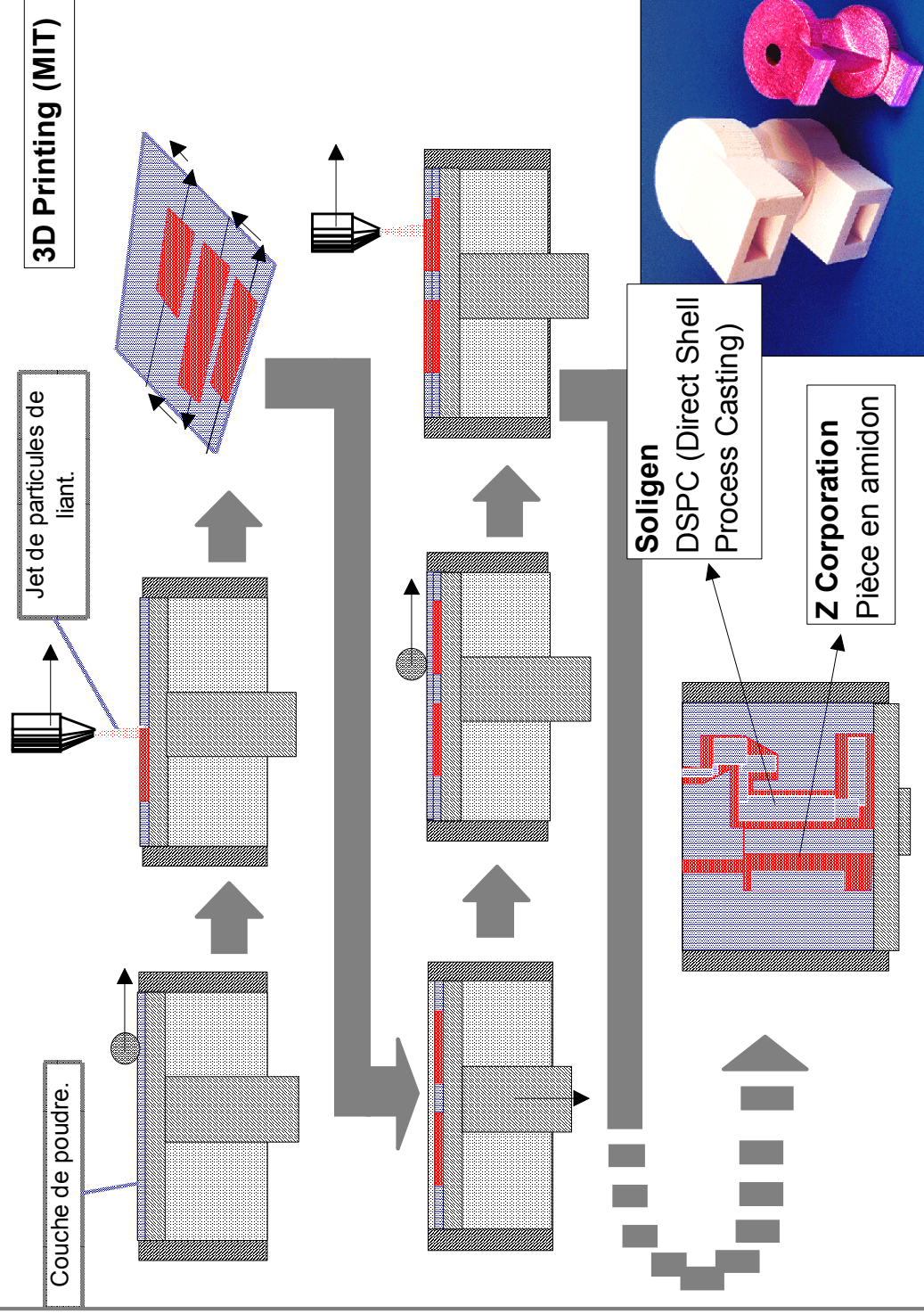
3D printer

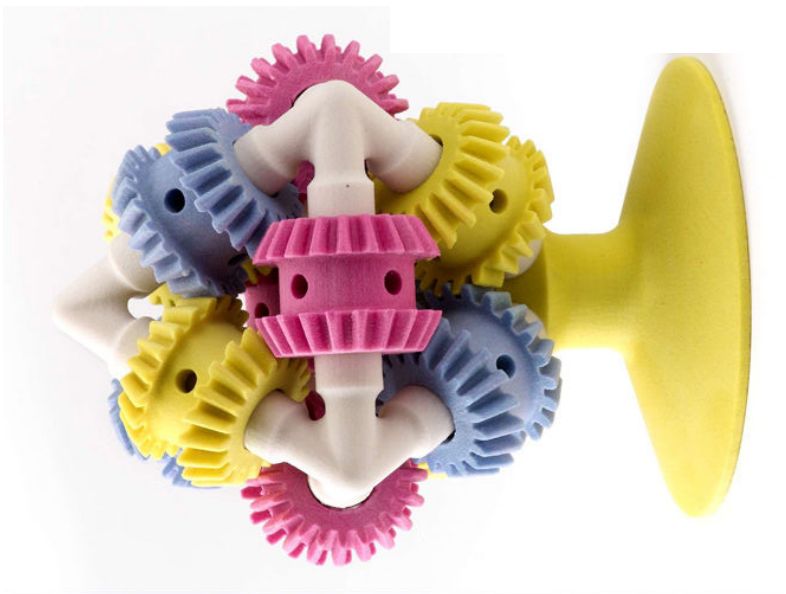
Imprimante 3D

- Un distributeur répartit sur un plateau une couche de poudre.
- Un agent liant est ensuite projeté sur cette poudre qui s'agglomère couche par couche.
- La seule technique qui permet une impression en couleur.



3D Printing





Imprimante 3D couleur



Imprimante 3D

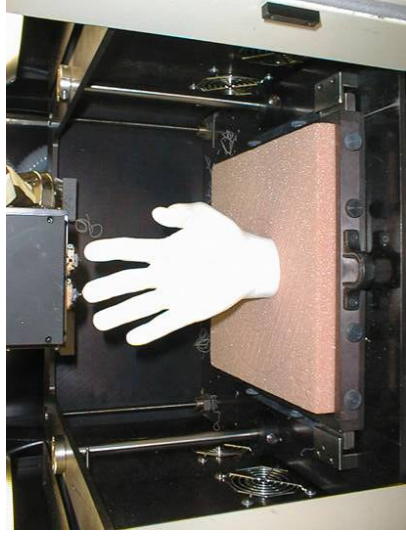
- Très grande vitesse de travail
- Matières: poudre de cellulose ou plâtre.
- Applications fonderie
- Couleurs!
- Facilité d'utilisation
- Machine bon marché
- Etat de surface moyen
- Finition: imprégnation !
- Précision: +/- 0.4 - 0.5 mm
- 250 * 200 * 200 mm et
- 600 * 500 * 400 mm.



Quelle Technique choisir ?

1. Quel est le but?

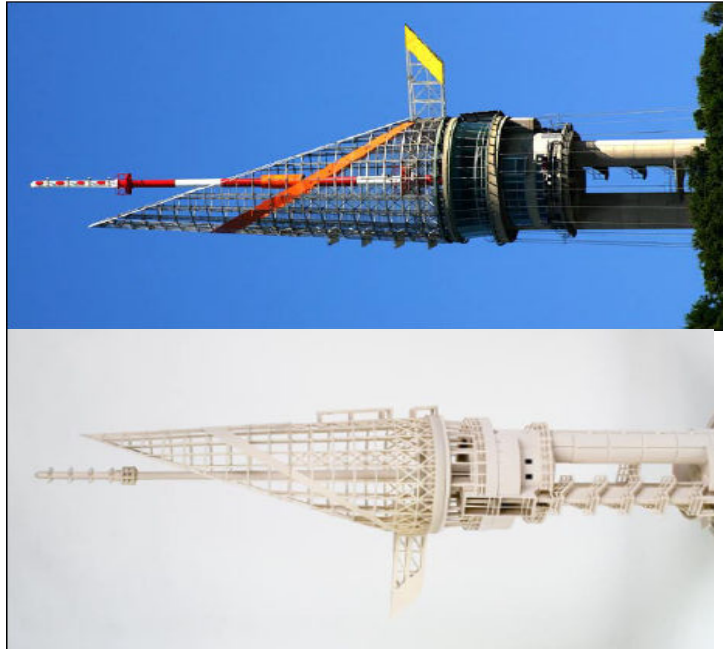
- maquette de visualisation
vérifications, ergonomie, communication interne (technique), externe (marketing)
- prototype fonctionnel
tests mécaniques, montage, encombrement,...
- présérie
tests plus contraignants, essais systématiques
requérant un certain nombre de prototypes, normes,...



Quelle Technique choisir ?

2. Quelles sont les performances désirées ?

- taille
- précision dimensionnelle.
- finition / aspect de surface.
- performances physico-chimiques
(mécaniques, thermiques, électriques,
chimiques,...)



Limitations actuelles du prototypage rapide

- Propriétés mécaniques et thermiques du matériau.
- Précision ($0.05 - 0.3 \text{ mm}$).
- Productivité ($5 - 4000 \text{ cm}^3/\text{h}$, *petite pièce plastique: 2 minutes*).
- Aspect de surface.
- Post traitement.
- Prix et délai pour grandes séries.

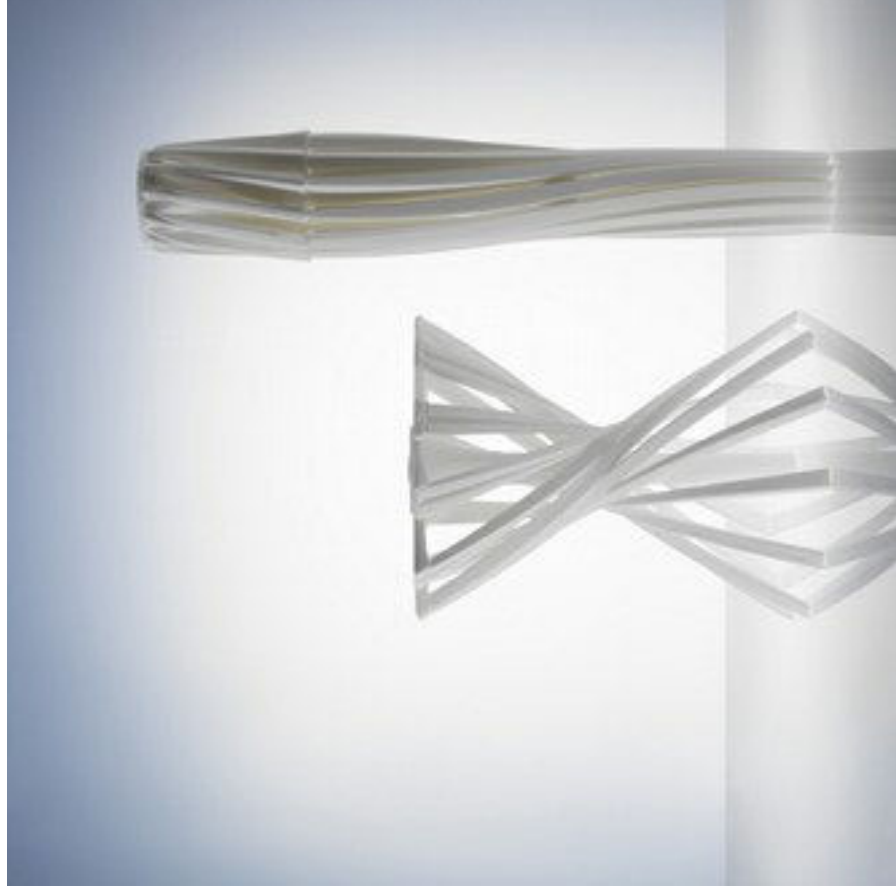
**=> Bien déterminer d'abord les exigences précises
du produit à développer**

Aujourd'hui, ...

- Nouvelle ère culturelle et économique :
- nouveau langage formel riche de sens,
 - nouvelle unité de temps,
 - nouveau mode de distribution,
 - réponse à la fois individuelle et multiple,
 - stockage numérique...

Des nombreux créateurs s'y sont essayés (Les Faltazi, Ron Arad, Gabriele Pezzini, Voght et eizengger, la société One-Off avec un groupe de jeune designers, Janne Kytтанen et Jiri Evenhuis / Freedom of creation, Patrick Jouin...).

Aujourd'hui, ...



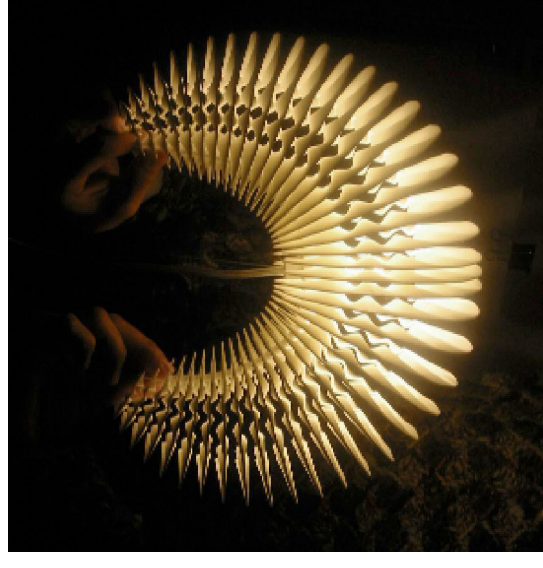
Patrick Jouin

- La fabrication directe avec la technique de prototypage rapide
- « Matière première » du prototypage à la création

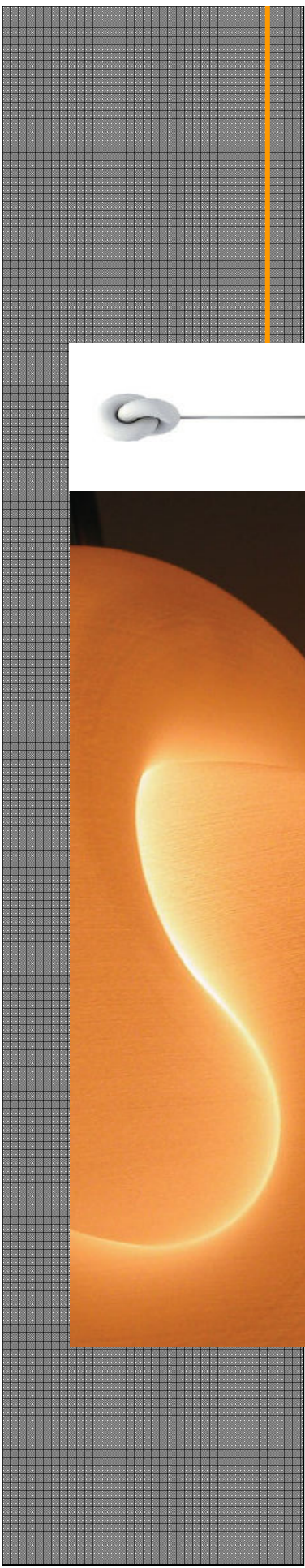
Aujourd'hui, ...

N'achetez plus les objets, mais leurs programmes !

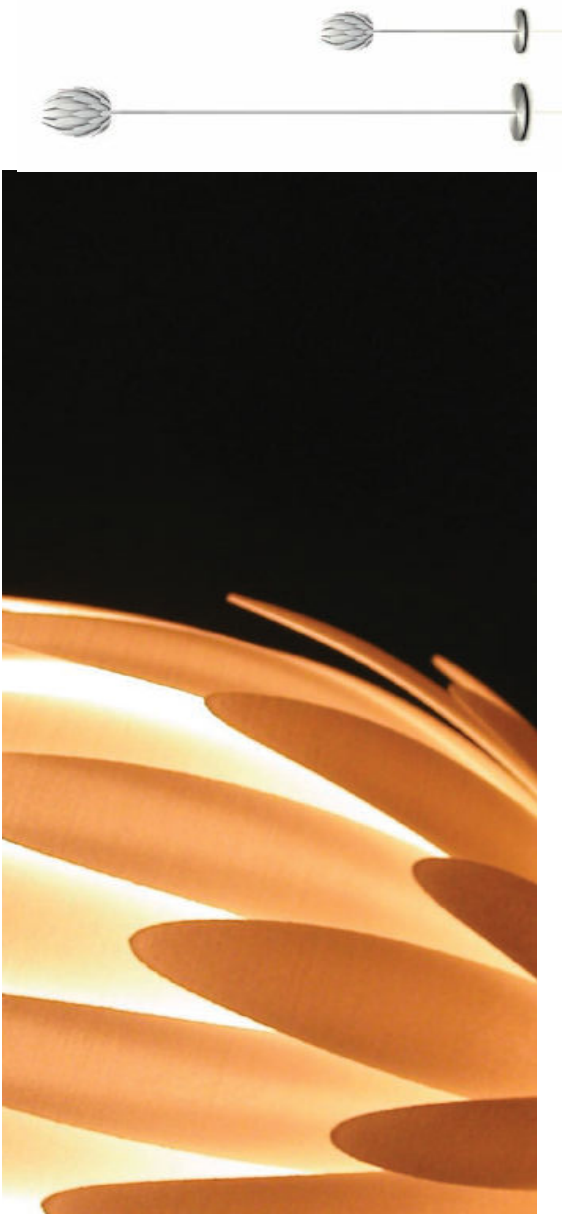
Le principe est le même que celui des photocopieurs, c'est à dire...
Trop cher pour chez vous, mais suffisamment démocratique pour qu'un prototypeur rapide soit installé dans votre quartier.
Déjà vendu avec leurs disquettes de reproduction, les lampes MGX ouvrent des perspectives nouvelles de production, distribution et commercialisation.



Luminaire. Édité par materialise-mgx



MGX Designed by Jiri Evenhuis



MGX Designed by Janne Kytanen

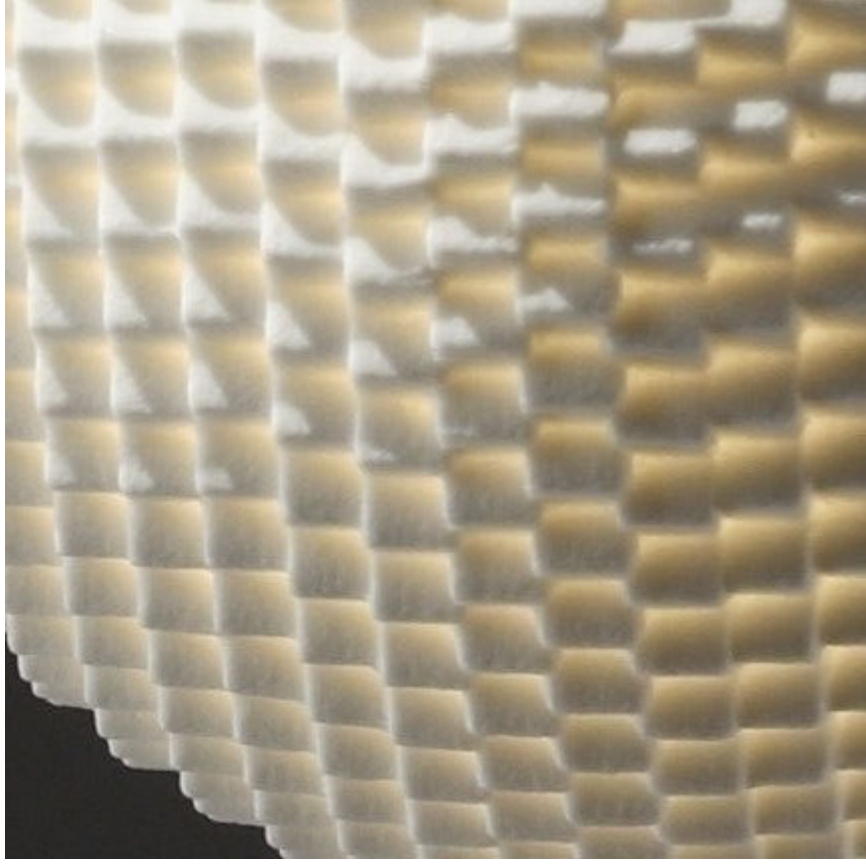
Aujourd'hui, ...

Pour le moment, les objets, réalisés par un nombre croissant de designers, coûtent encore très chers mais ils ont le mérite d'exister.

La chaise de la collection Solid de Patrick Jouin, réalisée avec la société belge Materialise, est commercialisée pour 15000 euros avec un prix de revient d'environ 14 000 euros.



« Matière première » à la création



Lampe 72dpi
by Guillaume Delvigne



Et demain?

- La réalisation d'objets avec un mélange de matières (métal, plastique, céramique dans le même procédé).
- Imaginez vous, la réalisation d'un assemblage avec les différentes pièces réalisées dans des matières différentes.
- ...

Adresses utiles:

Sirris

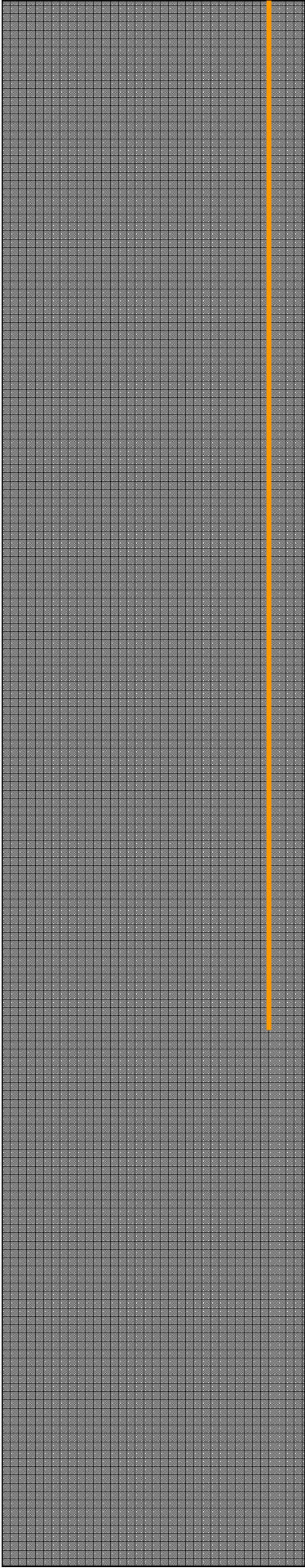
Rue Bois St Jean, 12
B-4102 Seraing
www.Sirris.be

Materialise

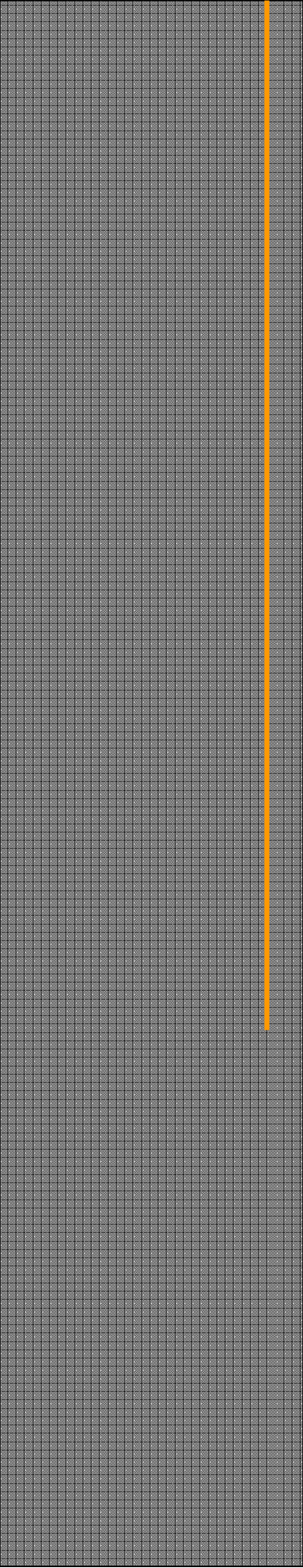
Technologielaan 16
3001 Leuven
www.materialise.com

Cirtès

29 bis, Rue d'Hellieule
F-88100 Saint-Die-des Vosges
www.cirtes.fr



Merci pour votre attention!



Des questions?

Hilke Vervaeke

083/65.76.68

0495/84.22.14

Hilke_antoine@hotmail.com

Baive 1
5330 Mailen