

Introduction à l'impression



Touchez son idée

L'impression tridimensionnelle, c'est quoi, comment ça fonctionne et de quoi c'est fait? Une idée devient un objet, on peut maintenant imprimer un objet pour toucher son idée. Dans le domaine de l'éducation, l'impression d'une modélisation virtuelle permet aux élèves de valider et de maîtriser leurs apprentissages. Rapide, efficace et peu coûteuse, l'impression 3D est la technologie idéale pour le développement de la perception spatiale. Bienvenue dans la nouvelle révolution industrielle de notre société.

Par Marc Burbridge . enseignant . dessin de bâtiment . CIMME . CSMB

marc.burbridge@csmb.qc.ca

15 novembre 2013



Qu'est-ce que l'impression tridimensionnel ?

L'impression tridimensionnelle (ou impression 3D) est une technique de fabrication additive développée pour le prototypage rapide.

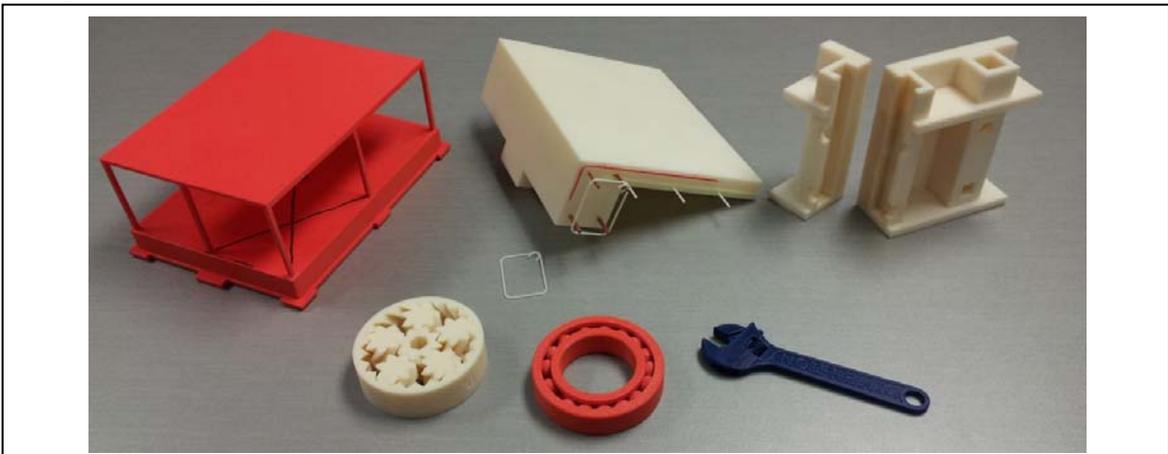
L'impression tridimensionnelle permet de produire un objet réel : un opérateur dessine l'objet sur un écran en utilisant un outil de CAO (Conception assistée par ordinateur). Le fichier 3D obtenu est envoyé vers une imprimante spécifique qui le découpe en tranches et dépose ou solidifie de la matière couche par couche pour obtenir la pièce finale. Le principe est donc assez proche de celui d'une imprimante 2D classique : les buses utilisées, qui déposent de la colle, sont d'ailleurs identiques à celles des imprimantes de bureau. C'est l'empilement de ces couches qui crée un volume.

Les applications vont de l'industrie - la production de voitures, d'avions, de biens de consommation, etc., à la visualisation de projets, de vérification d'ergonomie pour l'architecture ou les études de design.

En 2013, cette technique est limitée à l'utilisation de matériaux non propices à un usage intensif et donc ne produit que des prototypes, parfois grandeur nature, mais l'usage qui en sera fait dans l'avenir reste un sujet de recherche et de débat. L'industrie dentaire et la bijouterie de luxe utilisent cependant déjà l'impression 3D avec succès pour la réalisation de pièces finales. Les industries aérospatiales, automobile et l'industrie du cinéma utilisent aussi déjà l'impression 3D avec succès pour des pièces finies. Certains utilisateurs d'imprimantes 3D personnelles ou de services d'impression 3D en ligne utilisent aussi déjà quotidiennement des objets imprimés en 3D. Débuté en janvier 2013, le projet Amaze de l'Agence spatiale européenne vise à permettre l'impression en 3D, de manière industrielle, de pièces exploitables dans l'aérospatiale et autres domaines à fortes contraintes.



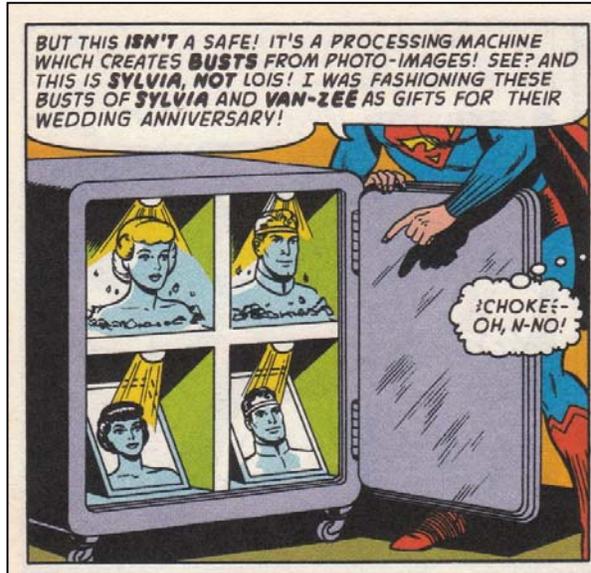
Impression couche par couche



Quelques exemples d'objets imprimés

Le début

1964 : Superman et Batman inventent le concept de l'impression 3d dans leur bande dessinée.



1983 : Tout le monde s'accorde à attribuer la paternité de l'impression 3D à **Charles Hull** (ci-dessus présentant le procédé de stéréolytographie) aujourd'hui vice-président de **3D Systems**. La première machine, officiellement commercialisé en 1986, reposait sur le principe de Stéréolytographie. Cette première imprimante 3D débouchera sur le premier modèle de série en 1988 : la **SLA-2502** de **3D Systems**. L'imprimante sert alors aux industriels à créer des objets pour tester leur design avant de décider la production des pièces en série.





Technologies

Trois technologies principales coexistent :

Le FDM (Fuse Deposition Modeling : modelage par dépôt de matière en fusion)

Le FDM consiste à porter à la fusion de petites gouttes de matière plastique (Souvent le plastique de type ABS – celui des Lego) qui créent la forme couche après couche. Une fois que la goutte quitte l'applicateur, elle durcit de manière quasi-immédiate tout en se fondant avec les couches inférieures.

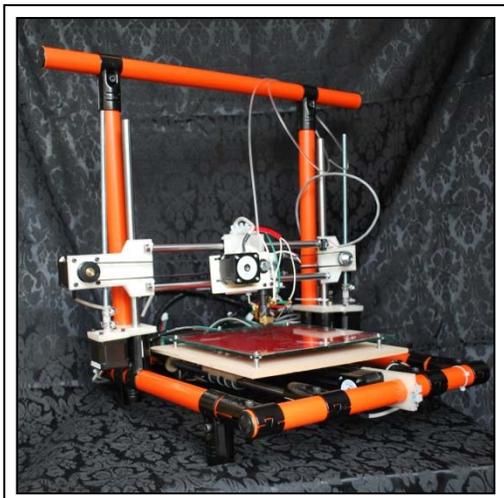
C'est le procédé de loin le moins coûteux et c'est sur lui que se reposent aujourd'hui la grande majorité des imprimantes 3D grands publics. Outre le plastique ABS, les plastiques PLA (Polylactic Acid) et des polymères biodégradables peuvent être travaillés depuis ce procédé.

La plupart des imprimantes 3D « abordables » parmi les plus connues utilisent ce procédé notamment celles de l'imprimante **ÉchoRap** (L'imprimante 3D québécoise) et le **Cube X** de **3D Systems**.

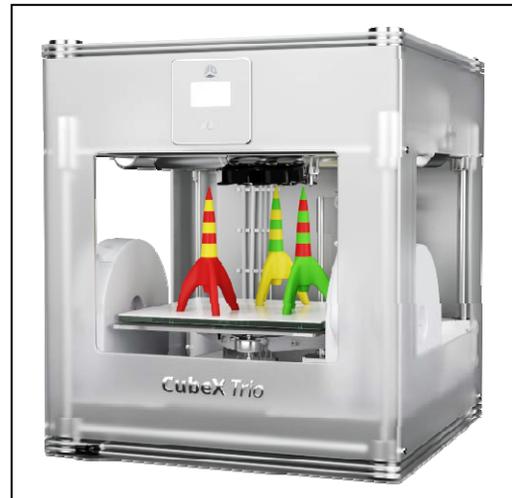
Principe de l'impression FDM en vidéo :

<http://www.youtube.com/watch?v=WHO6G67GjBM>

Exemples :



ÉchoRap
*Crée par Stéphane Rousseau
Robotic Sequencing.com
Imprimante 3D québécoise*



CUBE X
*3D System
Distribué par Michael Batista
Studica.ca*



La SLA (Stéréolithographie : une lumière UV solidifie une couche de plastique liquide)

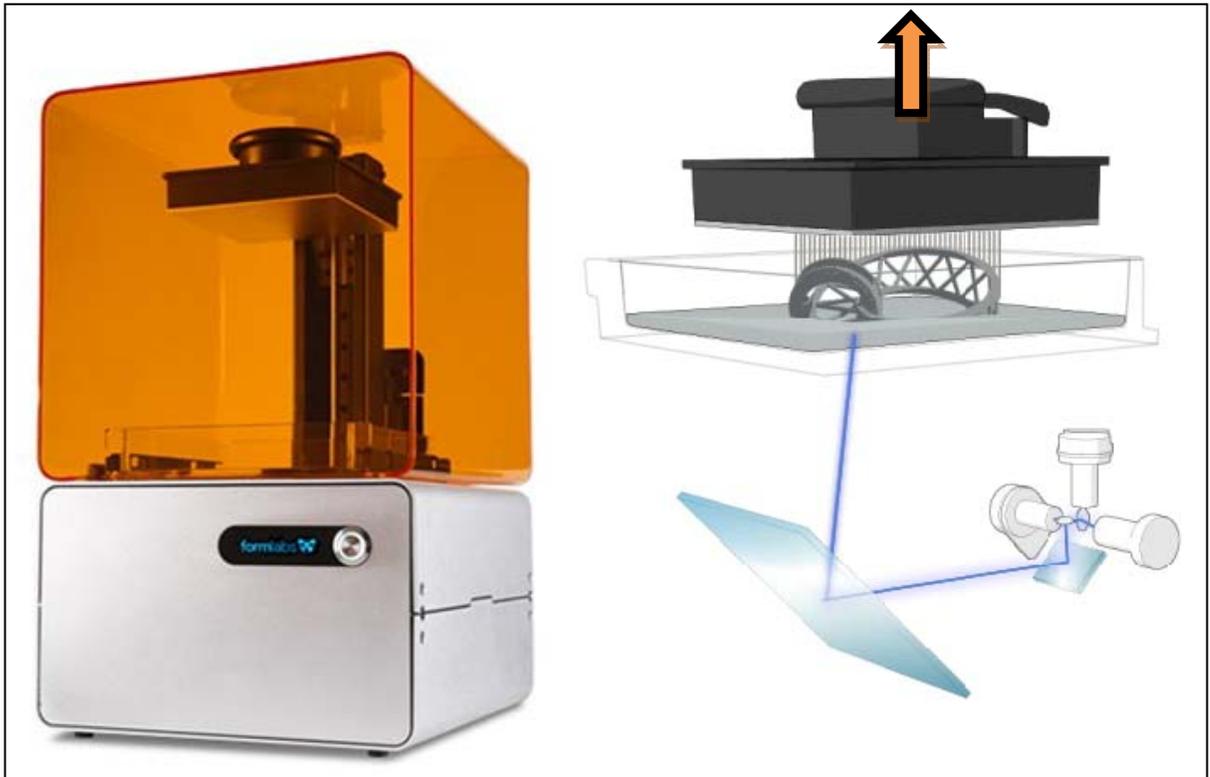
Une des formes de Stéréolithographie la plus répandue est la Photopolymérisation (SLA) : on concentre un rayon ultraviolet dans une cuve remplie de photopolymère (un matériau synthétique dont les molécules se modifient sous l'effet de la lumière la plupart du temps ultraviolette). Le Laser ultraviolet travaille le modèle 3D souhaité couche après couche.

Quand le rayon frappe la matière, cette dernière se durcit sous son impact tout en se liant aux couches adjacentes. À la sortie de la cuve, on obtient une forme à la résolution remarquable et, cerise sur la gâteau, la matière non frappée par le laser peut être utilisée pour le prochain objet.

L'imprimante 3D grand public la plus connue utilisant ce procédé est la **FormLabs**.

Principe de la Stéréolithographie (SLA) en vidéo :
<http://www.youtube.com/watch?v=NM55ct5Kwii>

Mais on doit à la Stéréolithographie autre chose : c'est le fameux format .STL qui est actuellement le format numérique qui est le standard dans le monde de l'impression 3D.



The Form 1
FormLabs
Formlabs.com



Le SLS (Fritage sélectif par un laser qui agglomère une couche de poudre)

Cette technologie est proche de la Stéréolithographie mais sans la cuve remplie de polymère. Des matières dures (sous forme de poudre) comme le polystyrène, le verre, le nylon, certains métaux (dont le titane, l'acier ou l'argent) ou de la céramique sont frappées par un laser. Là où le laser frappe, la poudre s'assemble pour créer la forme. Toute la poudre non frappée peut être réutilisée pour les prochaines formes. L'imprimante la plus connue utilisant ce procédé est la **SinterStation Pro SLS 3D printer** (Imprimante 3D professionnelle).

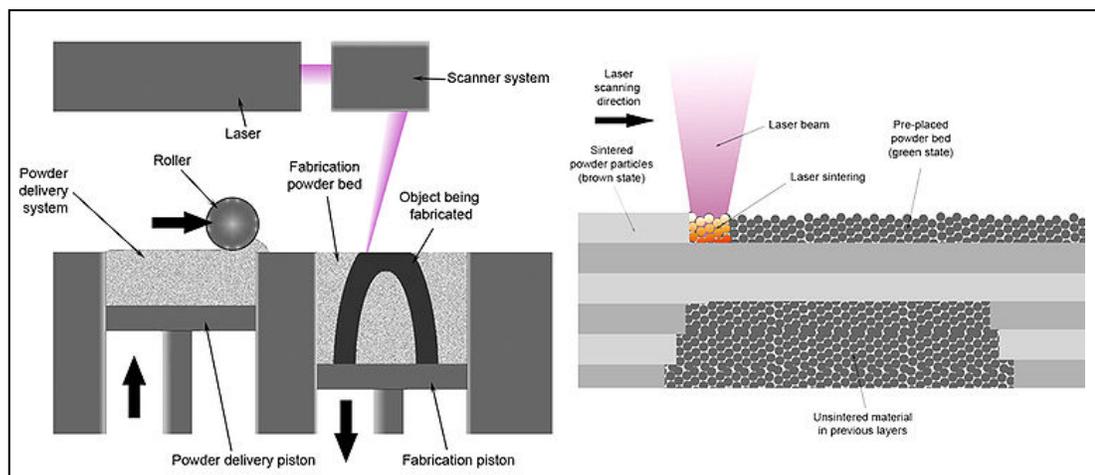
Principe d'une Imprimante SLS en vidéo :

http://www.youtube.com/watch?v=9E5MfBAV_tA

<http://www.youtube.com/watch?v=bgQvqVq-SQU>



SinterStation Pro SLS 3D



Le SLS (Fritage sélectif par un laser qui agglomère une couche de poudre)

Matériaux

Selon le procédé, une panoplie de matériaux peut être utilisée :

MATÉRIAUX ORGANIQUES	CÉRAMIQUES	PLASTIQUES	MÉTAUX
Cires	Alumine	ABS (acrylonitrile butadiène styrène)	Aluminium
Tissus/Cellules	Mullite	PLA (acide polylactique)	Acier d'outillage
Matières alimentaires Chocolat, fromage, houmous, glaçage, pâte, etc.	Zircone	Polyamide (nylon)	Titane
	Carbure de silicium	Polyamide renforcé	Inconel
	Phosphate tricalcique β	PEEK (polyétheréthercétone)	Cobalt-chrome
	Résines époxy chargées en céramique (nano)		Résines époxy thermodurcissables
	Silice (sable)	Cuivre	Acier inoxydable
	Plâtre	PMMA (polyméthacrylate de méthyle)	Or/Platine
	Graphite	PC (polycarbonate)	Hastelloy
	PPSU ou PPSF (polyphénylsulfone)		
	Ultem		
	Alumide		

Domaines d'application



Architecture

Art et Design

Cinéma



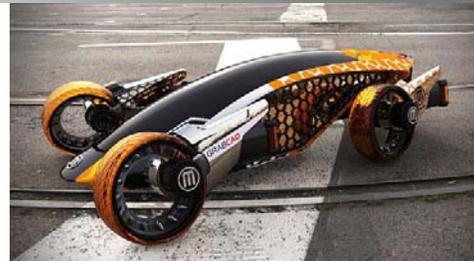
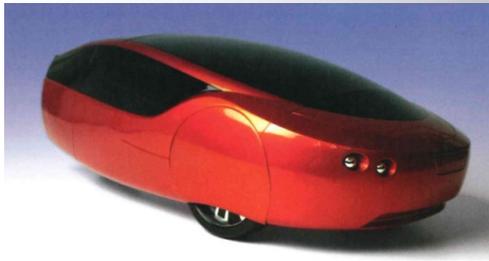
Mode



Bijouterie



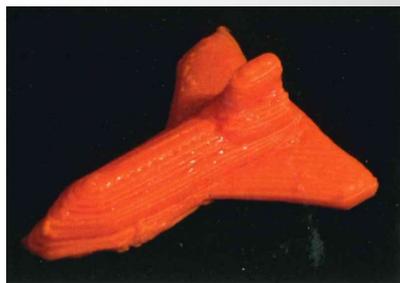
Automobile



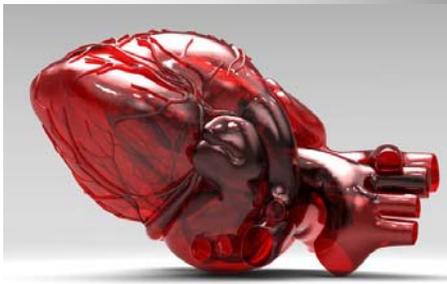
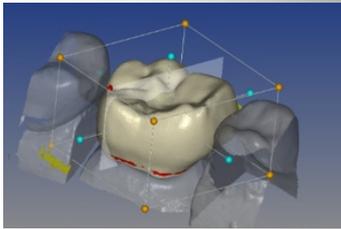
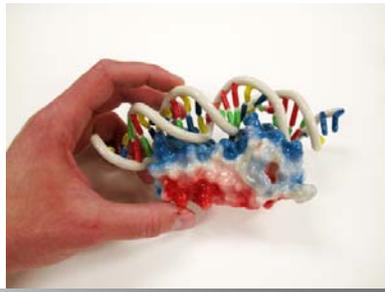
Armes \ militaire



Agroalimentaire



Implant, organe, tissu humain, prothèse
Dentaire
Électronique
Aéronautique
Recherche



Impression 3D en enseignement

Domaine d'enseignement : Dessin de bâtiment

Compétence visée par l'impression 3D : Développement de la perception spatiale

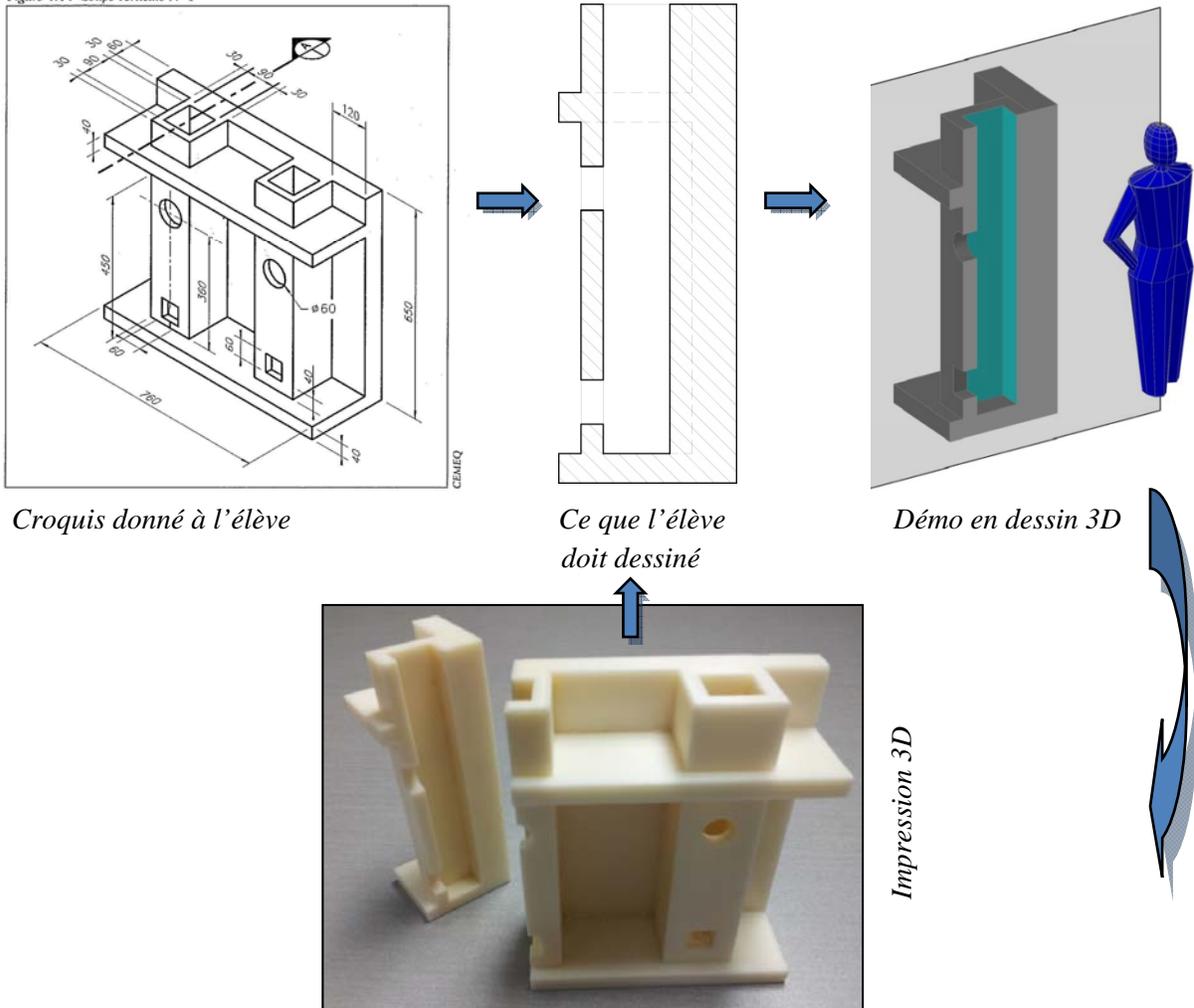
Un dessin, dit-on, vaut souvent mieux que de longues explications. Un adage particulièrement vrai quand il s'agit de concrétiser le projet né dans la tête d'un architecte, tout en y intégrant les calculs effectués par les ingénieurs.

Le dessinateur s'efforce de traduire le plus fidèlement possible les idées des autres (architectes et ingénieurs). Précision, méthode et rigueur sont donc ses maîtres-mots. Mais exercé à un certain niveau, le métier demande aussi d'avoir une bonne perception de l'espace.

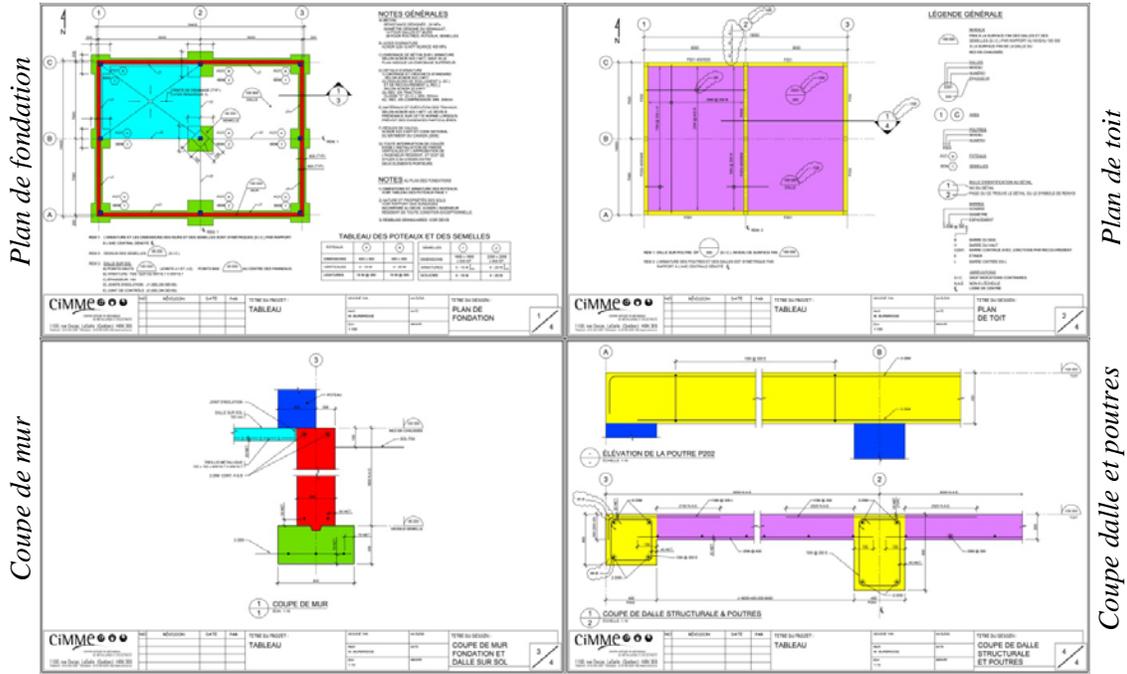
Dessin de bâtiment – Module 5 – Volumes Architecturaux

Une idée devient un croquis, un croquis devient un **dessin 2D**, un dessin 2D devient un dessin 3D, un dessin 3D devient un objet, un objet développe la perception spatiale par sa réalité et par le toucher, la perception ainsi développée ou corrigée devient un **dessin 2D**.

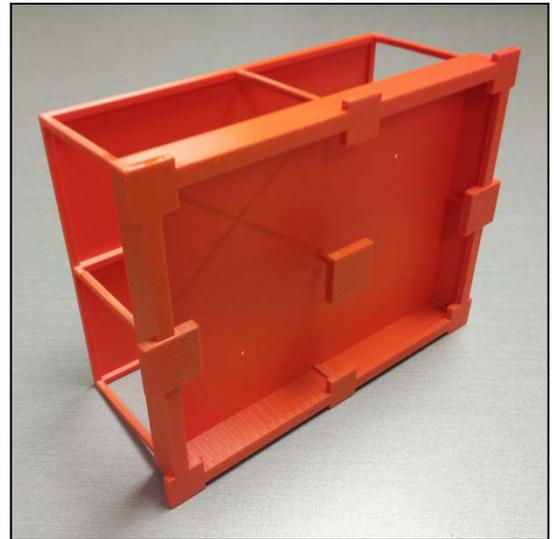
Figure 4.14 Coupe verticale N° 1



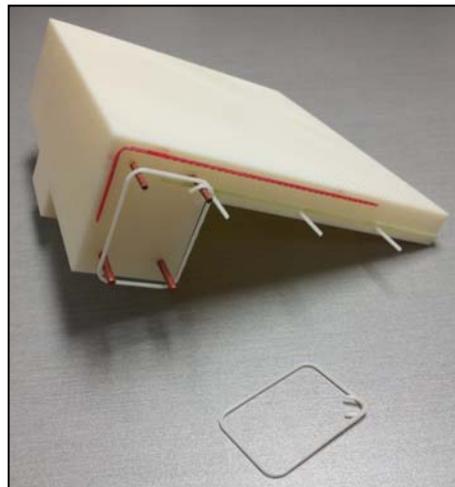
Dessin de bâtiment – Module 9 – Plan d’une structure de béton



Vue d'ensemble de la structure



Semelles filantes et isolées



Coupe dalle et poutre avec détail des armatures



Processus d'impression

Imprimante 3D au CIMME:

Stratays Dimension 1200es
(prêt de M. Michael Batista
de la compagnie Studica)

Étape 1 : Modéliser un objet 3D à partir
d'un logiciel de modélisation :

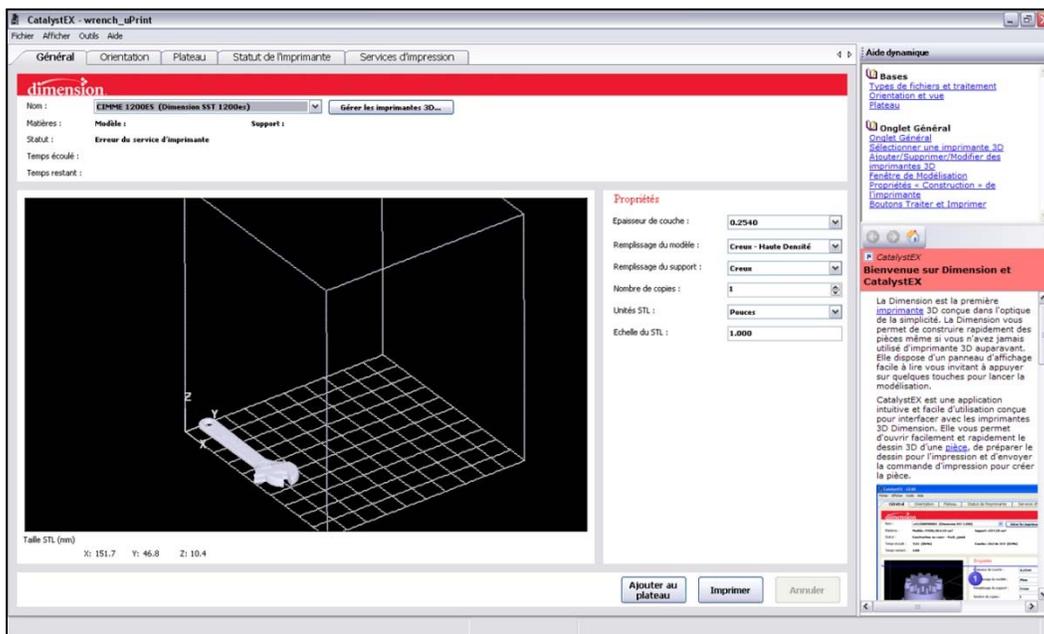
- Google SketchUP
- Autodesk AutoCAD
- Autodesk Revit
- Autodesk Inventor
- Autodesk Maya
- Autodesk 3dsMax
- SolidWorks
- Plusieurs autres logiciels
ou gratuits

Étape 2 : Exporter notre modélisation au
format (.STL) (Stéréolithographie).

Étape 3 : Ouvrir le fichier STL à partir d'un logiciel de découpe (ex. : CatalystEX, Slic3R).
Ajuster les propriétés (épaisseur des couche, remplissage, échelle).
Le logiciel calcul le découpage du matériel et du support couche par couche.



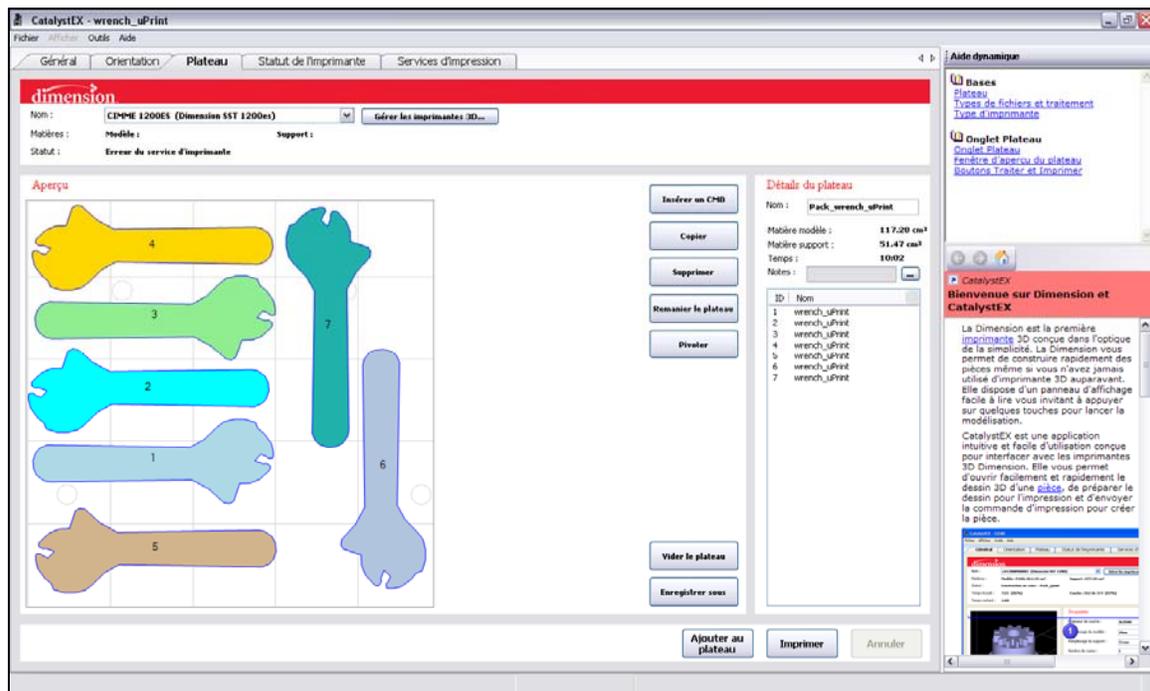
Stratays Dimension 1200es



CatalystEX - Propriétés

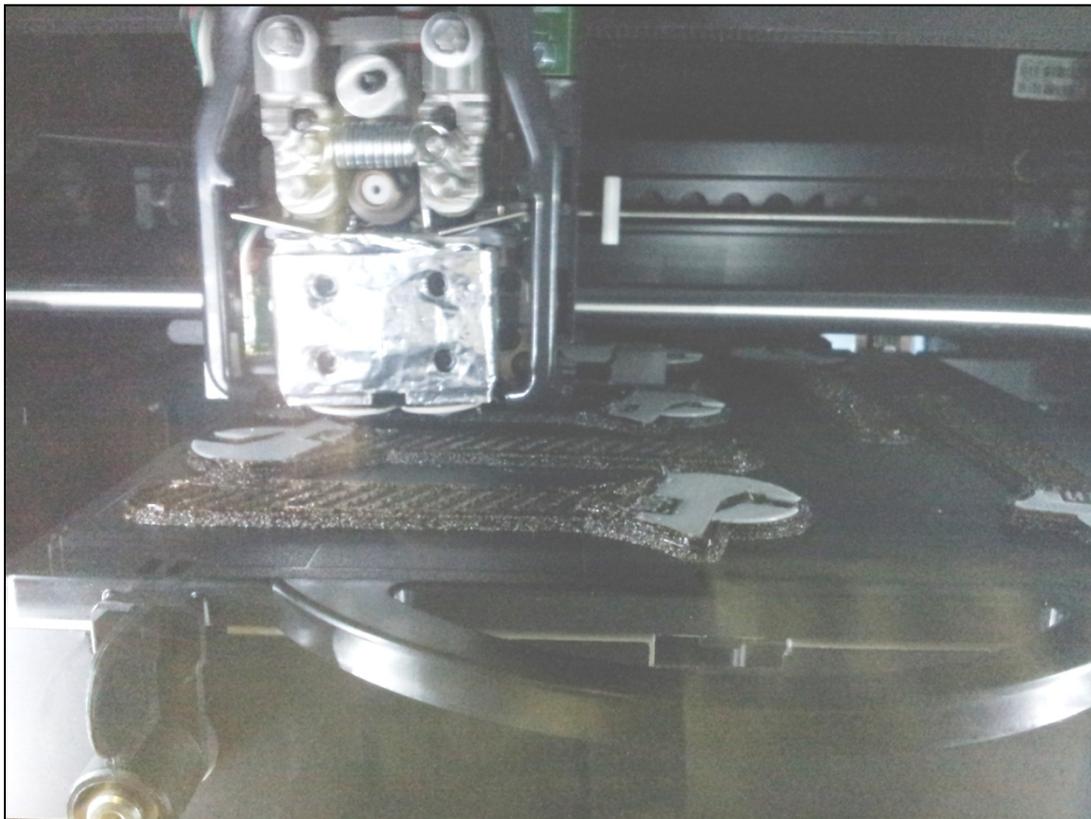


Étape 4 : Configuration du plateau d'impression et lancer l'impression.



CatalystEX - Plateau

Étape 5 : Laisser opérer la magie! Couche par couche. (Durée: 1 heure par clé à molette.)

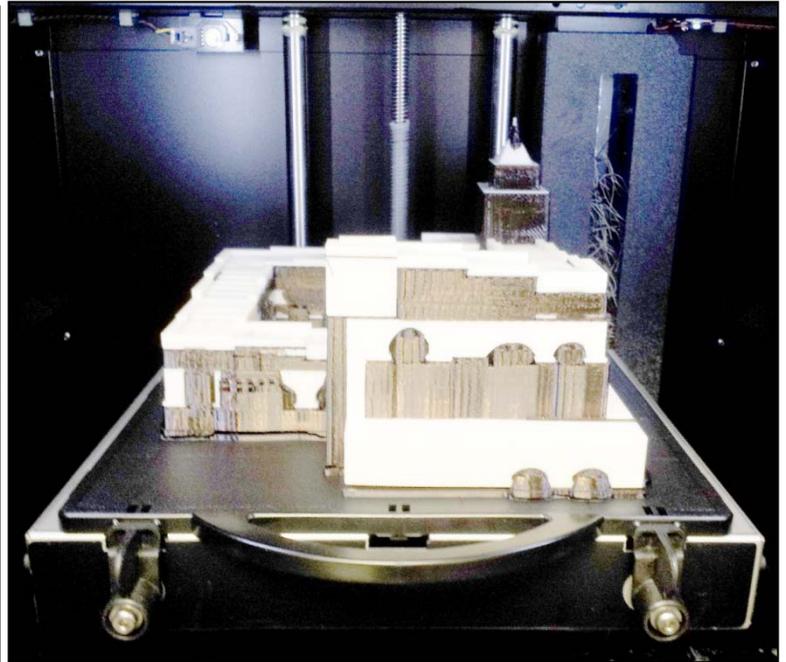


Têtes d'impression à l'oeuvre

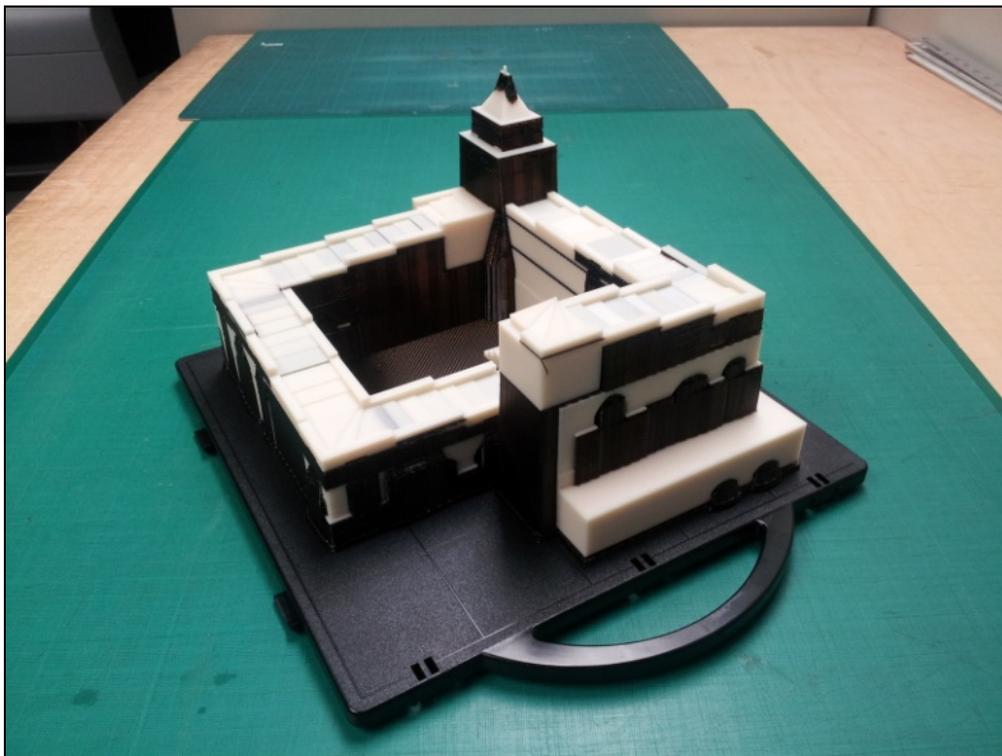
Étape 6 : Récupérer son objet 3D.



Four de l'imprimante

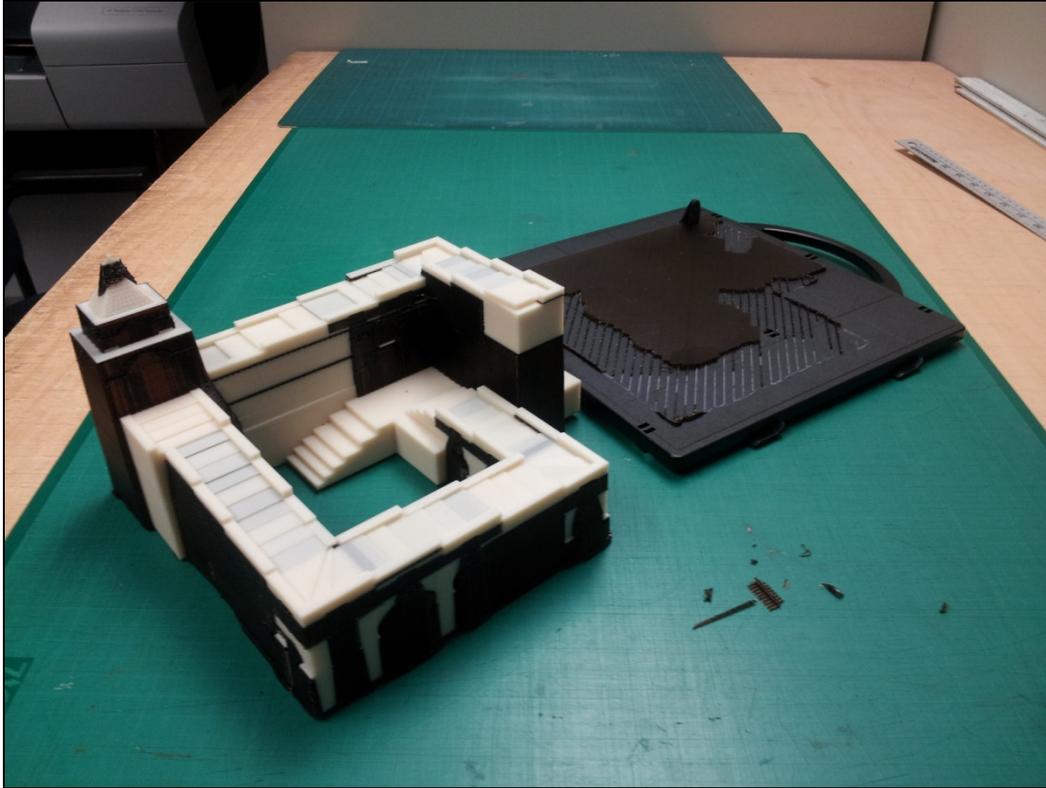


Plateau avec l'escalier sans fin de M. C. Escher



Plateau avec l'escalier sans fin de M. C. Escher

Étape 7 : Retirer l'objet du plateau d'impression.



Retrait de l'escalier sans fin de M. C. Escher du plateau d'impression

Étape 8 : Faire tremper l'objet dans un bain d'ultrason ou à mouvement chaud (70° C.) avec de l'hydroxyde de sodium (Danger : corrosif) pour faire dissoudre le matériel de support. (Durée: 8 heures)



Bain à mouvement chaud avec de l'hydroxyde de sodium

Étape 9 : Nettoyer et sécher pour obtenir le produit fini.



Produit fini.....ou presque



Salière et poivrière



Atelier des Ingénieurs

Vous êtes intéressés à apprendre d'avantage sur l'impression 3D ?

L'Atelier des Ingénieurs est une co-entreprise qui a pour mission de faciliter l'accès aux moyens de production numérique et ses outils. Il a été fondé par Christian Beaubien et Stéphane Rousseau.

Christian est un inventeur depuis sa plus tendre enfance, il créait ses propres pièces de Mécano avec des pièces disponibles à la quincaillerie du coin. Il est consultant en résolution de problématique pour diverses entreprises québécoises. Il se spécialise en dessin 3D à l'aide de Sketchup et conception de prototypes fonctionnels.

Stéphane dans sa jeunesse avait lui aussi une passion des assemblages à l'aide de Mécano. Il a fait des études universitaires en mathématiques-informatique et une maîtrise en génie électrique. Il est le concepteur de l'ÉchoRap, la première imprimante 3D de conception québécoise. Sa compagnie **Robotique Sequencing** offre des produits d'automatisation et robotique conçus pour les créateurs.

Ils ont présenté leur imprimante à l'émission « **Code Chastenay** » no.142 du 12 novembre 2013. <http://zonevideo.telequebec.tv/media/7842/emission-142/le-code-chastenay>



Atelier des Ingénieurs

- > Dessin en 3D à l'aide de SketchUp
- > Impression 3D
- > Logiciels embarqués Arduino
- > Prototypes fonctionnels



- > Formation de groupe et privée
- > Résolution de problématiques
- > Robotique et automatisation



Atelier des Ingénieurs

www.atelierdesingenieurs.com
info@atelierdesingenieurs.com

7240, rue Clark, local 201
Montréal, QC, H2R 2Y3



Station De Castelnau



Aide les concepteurs et artistes à créer un monde meilleur

Stéphane Rousseau, M.Ing.
Créateur

514 835.1167
stephaner@gmail.com
robotiquesequencing.com



ÉchoRap
L'imprimante 3D québécoise



Stéphane Rousseau, M.Ing.
Concepteur

stephaner@gmail.com
514 835-1167
echorap.com



Christian Beaubien
Inventeur

Modélisation 3D
Prototypage
Résolution de problématique

Téléphone (514) 566-7101
eortest@gmail.com



Remerciements

Je tiens à remercier M. Michael Batista de la compagnie Studica.ca pour son assistance technique et de nous avoir prêté la merveilleuse imprimante 3D **CUBE X** de **3D Systems** lors de cet atelier. La compagnie Studica prête actuellement à mon centre de formation (CIMME dans la CSMB) une imprimante 3D **Stratasys Dimension 1200es** et c'est grâce à eux que mon intérêt à l'impression 3D s'est développé, Merci Michael!

D'une collègue;

"J'aimerais remercier l'excellent travail de développement que Marc Burbridge a réalisé pour ce document et aussi de nous avoir permis d'en connaître davantage sur le sujet."

Bibliographie

1. Mathilde Berchon, L'impression 3D, Éditions Eyrolles Serial Makers, 2013, 178 pages, ISBN 978-2-212-13522-0
2. Sites Internet;
 - <http://www.studica.com/3D-Systems-3D-Printers>
 - <http://www.atelierdesingenieurs.com/>
 - <http://www.roboticsequencing.com/>
 - http://fr.wikipedia.org/wiki/Impression_tridimensionnelle
 - <http://www.monunivers3d.com>
 - <http://www.3dsystems.com/>
 - <http://formlabs.com/>
 - <http://www.kallisto.net/Sinterstation-R-Pro-SLS-R-System.html>
 - <http://www.turkcadcam.net/rapor/otoinsa/tek-isikla-kur-tarayarak.html>
 - <http://www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/dessinateur-trice-projeteur-euse>
 - <http://www.stratasys.com/3d-printers/design-series/performance/dimension-1200es>
 - <http://slic3r.org/>
 - <http://zonevideo.telequebec.tv/media/7842/emission-142/le-code-chastelay>

