

Une impression de science-fiction

**Quand une simple imprimante permet de construire des avions
et aide l'être humain à conquérir l'espace**



Objet complexe créé par impression 3D.

Malgré son âge avancé, le célèbre magazine *Time* l'a tout de même consacré l'une des meilleures inventions de 2012. La revue *The Economist*, elle, estime qu'elle aura d'ici quelques années un impact comparable à l'arrivée de l'ordinateur de bureau. Bienvenue dans le monde des imprimantes 3D.

Un principe simple comme bonjour

Le fonctionnement de base des imprimantes 3D est simple. Un matériau (plastique, nylon, métal, plâtre ou autre) est imprimé couche par couche sur une surface amovible. Au bout du compte, on obtient un objet physique en trois dimensions. Le matériel nécessaire? De la matière première, un modèle 3D de l'objet à fabriquer et un peu de patience, même si les temps d'impression sont rapidement en train de diminuer.

Alain le Méhauté, Olivier de Witte et Jean-Claude André furent les premiers, en 1984, à breveter ce type d'appareil... au même moment où les premiers ordinateurs personnels commençaient à voir le jour. D'abord très coûteux et très peu efficaces, ces derniers servaient uniquement à la conception de prototypes dans des milieux

Amateurs de science-fiction, vous rappelez-vous du répliqueur de la série *Star Trek*? Une simple commande vocale et n'importe quel objet se matérialisait instantanément devant vous, comme par magie. Ce que les créateurs de la série ne savaient pas, par contre, c'est que cette machine existait déjà à l'époque dans le monde réel! Cet objet, encore lent et peu précis dans les années 80, est aujourd'hui considéré comme l'avenir pour bien des chercheurs tant en aéronautique qu'en aérospatiale.

Il existe 4 types d'imprimantes 3D

Présentement, tous les types d'imprimantes 3D utilisent un processus général nommé **fabrication additive**. Dans tous les cas, le fonctionnement est en effet le même : un modèle virtuel en 3D est converti en un code déterminant le trajet que la cartouche, le rayon UV ou le laser doit suivre pour concevoir l'objet désiré.

(1) La méthode nommée **Polyjet** consiste à utiliser une imprimante similaire à nos imprimantes de bureau, mais qui utilise de la poudre de nylon ou de plâtre déposée par couches sur une surface amovible.

(2) La **stéréolithographie (SLA)**, consiste quant à elle à faire figer une résine à l'aide d'un rayon UV. La résine est toutefois fragile une fois exposée à la lumière du soleil.

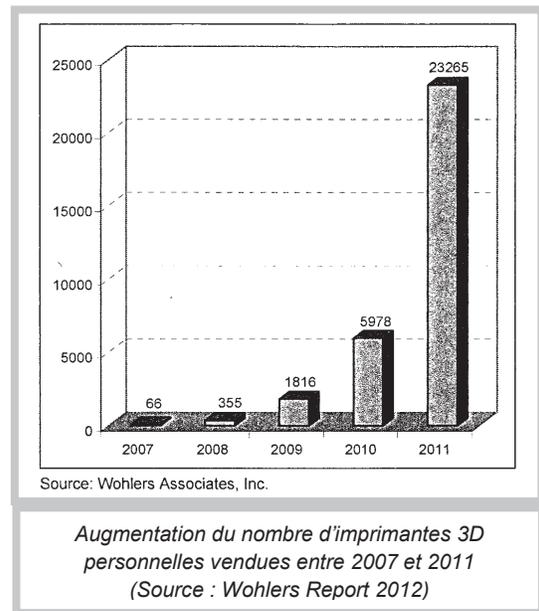
(3) **La méthode FDM** (pour *Fuse Deposit Modeling*), utilisée dans imprimantes 3D domestiques, consiste, elle, à utiliser du plastique fondu et un liant pour créer l'objet souhaité.

(4) Enfin, il est aussi possible de faire figer de fines poudres de polymères ou d'acier à l'aide d'un **laser infrarouge** : le trajet du laser définit ainsi la forme de l'objet final.

industriels très limités. Toutefois, avec le temps, la précision et la rapidité de ces objets se sont améliorées, au point de concurrencer sérieusement les méthodes traditionnelles de conception industrielle. Il existe aujourd'hui 98 compagnies fabriquant des imprimantes 3D de toutes sortes sur la planète, lesquelles sont principalement utilisées dans les domaines médicaux, aérospatiaux et électroniques. Toutefois, selon le plus récent [Wohlers Report](#), qui fait état annuellement des derniers développements de cette industrie, le Canada participerait à seulement 1,9% du marché mondial à l'heure actuelle. Dans cette optique, selon Guy Létourneau, conseiller au développement de la recherche dans le domaine à l'École Polytechnique de Montréal, « il n'existe aujourd'hui aucun d'expert québécois en impression 3D industrielle, malgré l'énorme potentiel de ces appareils ».

Créer des objets chez soi

À l'heure actuelle, seulement 5% des appareils vendus sont des imprimantes pour utilisation personnelle. Toutefois, le nombre de ces unités vendues a littéralement explosé en 2011, pour atteindre 23 265, soit une augmentation de 289% par rapport à l'année précédente! On retrouve également depuis l'an dernier des imprimantes 3D à prix très abordable : la compagnie américaine [Solidoodle](#) a par exemple mis sur le marché en avril 2012 une imprimante personnelle à moins de 500\$! Pour le matériel, pas de problème non plus : les imprimantes maison fonctionnent principalement avec un composé de plastique nommé PLA Recy no7, lequel rentrent dans la composition de la plupart des objets de notre quotidien (crayons, souris d'ordinateur et blocs LEGO) et ne coûtent pas grand-chose. La figurine de Yoda illustrée sur cette page ne coûte par exemple que 40 cents à fabriquer!



Avec un scanner similaire à celui qui permet aux nouvelles consoles de jeux vidéo de percevoir le mouvement des joueurs, il est également possible de concevoir des reproductions d'objets réels. Par contre, de grandes améliorations demeurent nécessaires avant que l'on puisse facilement créer des objets détaillés chez soi. « La vitesse et la résolution des appareils domestiques ne sont pas fantastiques et leur utilisation demande encore une expérience minimale en modélisation informatique, estime [Gavin Kenneally](#), ancien étudiant gradué à l'Université Concordia et candidat au doctorat en génie mécanique à l'Université de Pennsylvanie, où il étudie le potentiel des imprimantes 3D. Mais, estime-t-il, ces



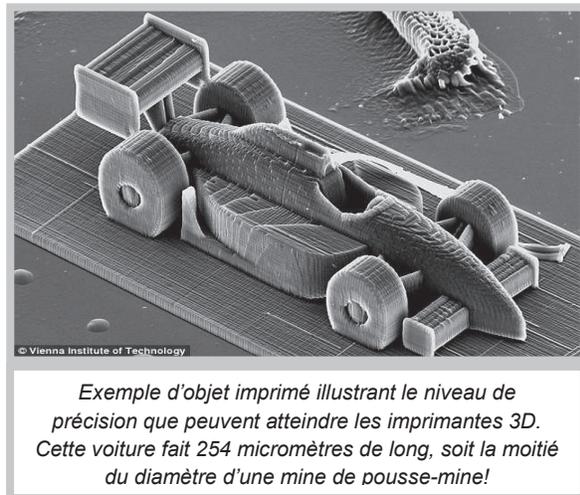
Figurine de Yoda de 7 cm de haut créée par impression 3D à l'aide de l'imprimante personnelle Solidoodle

appareils constitueront une révolution avant longtemps, permettant une production on ne peut plus locale... et personnalisée!»

La barrière de la simplicité d'utilisation, bien qu'encore présente, s'estompe toutefois rapidement depuis 4 ou 5 ans. Aujourd'hui, de nombreuses possibilités s'offrent aux néophytes, telles que [Fab@Home](#), un forum à accès libre créé en 2006 par Hod Lipson et Evan Malone de l'Université Cornell aux États-Unis. Cette communauté regroupe plusieurs centaines d'étudiants, d'ingénieurs et d'artistes de partout dans le monde, lesquels mettent leurs réalisations à la disposition du grand public. Il suffit alors de brancher une imprimante 3D à un ordinateur via un câble USB, d'importer gratuitement un de ces fichiers 3D et d'appuyer sur *Démarrer!* Il est aussi possible d'acheter des modèles 3D à imprimer chez soi, via des sites comme [Shapeways.com](#).

Ces avions du futur que nous avons déjà

Le développement accéléré de l'impression tridimensionnelle cause également de grands bouleversements dans un domaine où le Québec se démarque : l'aéronautique. Il y a en effet près de 15 ans que les grandes compagnies d'aviation comme Bombardier utilisent la fabrication additive pour concevoir des prototypes de pièces réelles. Mais, depuis quelques années, l'augmentation de la précision des imprimantes (qui peut atteindre 1 vingt-millième de centimètre, soit 200 fois plus mince qu'un cheveu!) permet maintenant la création directe de pièces originales, lesquelles représentent près de 95% des dépenses de l'industrie aéronautique.



La quantité de matériaux utilisables par ces machines a en effet explosé depuis la fin des années 90, ouvrant la porte à d'innombrables possibilités. Il est maintenant possible d'utiliser non seulement du plastique, mais également du nylon, du plâtre ainsi que près de 200 métaux et alliages différents. La compagnie [Fablab](#), située à Montréal, perfectionne quant à elle l'impression de fibres en nanoparticules! « La plupart des grandes compagnies québécoises, comme la STM et Hydro-Québec, font appel à nos services de façon régulière, car certaines pièces imprimées sont moins chères et surtout potentiellement plus légères que les pièces originales », explique Olivier Smiljanic, directeur de l'entreprise.

Conséquemment, « on retrouve aujourd'hui plus de 200 pièces imprimées dans la composition des Boeing 787» ajoute Guy Létourneau, qui travaille étroitement avec ce constructeur aérien. Pour une conception à l'échelle industrielle, le problème demeure toutefois la robustesse et le coût de conception de ces nouvelles pièces. « Pour l'instant, la fabrication par impression est rentable uniquement pour des pièces à géométrie complexe impossibles à fabriquer autrement, ou pour des pièces uniques conçues en petite quantité. L'impression 3D est donc pour l'instant complémentaire des techniques de conception traditionnelles», soutient-il.



Exemple de pièce de moteur créée par impression 3D. Cette pièce, impossible à concevoir autrement, est 50% plus légère qu'une composante équivalente en termes d'efficacité!

Mais qu'à cela ne tienne : la compagnie multinationale *GE Aviation*, principal fournisseur mondial de réacteurs d'avion, prévoit le début de la production en chaîne de pièces imprimées pour l'horizon 2016! Pourquoi? Parce que sauver quelques grammes par-ci par-là n'est pas futile! Selon Guy Létourneau, diminuer le 100 kg le poids d'un avion équivaut à économiser 2,5 millions de dollars par année en carburant, évitant le rejet d'une quantité équivalente de CO₂ dans l'atmosphère! « Considérant que l'on peut sauver jusqu'à 50% du poids de certaines

pièces grâce à la fabrication additive, il s'agit là de tout un avantage! », ajoute-t-il.

La construction de bases lunaires et martiennes

Ce gain en termes de poids s'avère spécialement intéressant pour l'industrie aérospatiale. La grande vitesse à atteindre pour échapper à la gravité terrestre (10 fois la vitesse d'une balle de fusil) rend en effet très difficile d'envoyer de grandes quantités de matériaux en orbite. Selon le site internet de la [NASA](#), il coûterait actuellement environ 20 000\$ pour envoyer un seul kilogramme d'équipement dans l'espace!

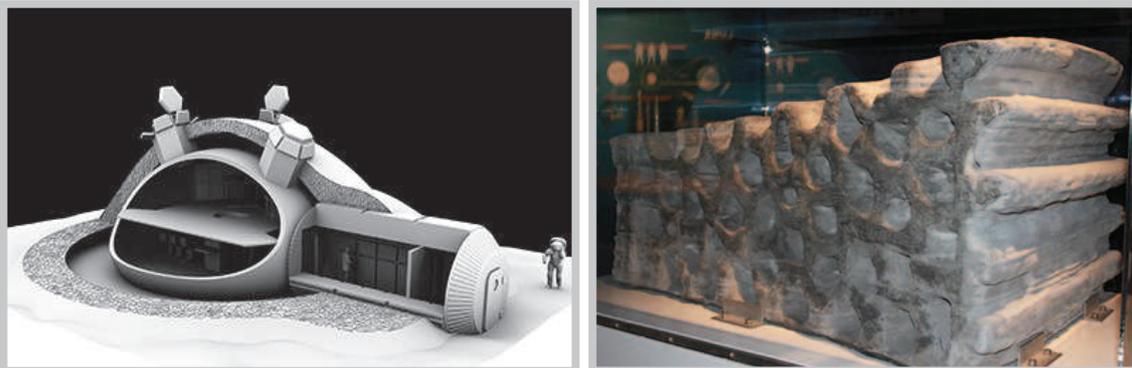
Le potentiel des imprimantes tridimensionnelles à réduire le poids de certaines pièces permettra donc éventuellement de réduire cette barrière qui nous sépare de l'espace. Déjà, l'Agence spatiale canadienne produit depuis 1998 des composantes pour leurs satellites par cette méthode. En collaboration avec la NASA, l'impression 3D sert également à construire certaines pièces des futurs robots qui rouleront sur la Lune et sur Mars d'ici quelques années. « Contrairement aux composants des avions, la résistance aux conditions extrêmes de l'espace est cependant à considérer, estime toutefois Sylvain Bélair, directeur général du Cosmodôme à Laval. Les températures très froides, l'environnement sans gravité et l'exposition aux rayons cosmiques sont des facteurs importants à considérer lors de la conception de pièces destinées à aller dans l'espace. Ceci demande généralement des standards plus élevés que pour la fabrication de pièces d'avions, ce qui n'est pas encore gagné d'avance avec des composants imprimés ».

Afin d'étudier en détail les défis qu'auront à surmonter les imprimantes 3D dans l'espace, la compagnie [Made in Space Inc.](#) collabore avec la NASA depuis sa création en 2010. Le lancement prévu de la première imprimante vers la Station spatiale internationale, prévu pour 2014, devrait mettre en lumière les prochaines difficultés qu'auront à surmonter des experts.

Les imprimantes 3D ne sont cependant pas étudiées par la NASA et par les différentes autres agences spatiales mondiales uniquement pour leur potentiel à limiter le poids des navettes et des satellites. D'ici quelques décennies, ces regroupements ne visent rien de moins que la construction de bases permanentes sur la Lune et sur Mars. En ce sens, ces appareils jouent déjà un rôle central dans la préparation de ce rêve digne des romans de science-fiction!

En effet, « les imprimantes 3D sont des appareils très polyvalents qui élimineront probablement un jour le besoin d'apporter une grande quantité d'outils dans l'espace, puisque nous pourrions en imprimer certains uniquement au besoin », estime M. Bélair.

Bâtir une base sur la Lune sera également possible dans un avenir pas si lointain grâce aux imprimantes 3D, si on en croit une [étude](#) soutenue par l'Agence spatiale européenne (ESA). La compagnie d'architecture *Foster and Partners* a ainsi mis au point l'an dernier des murs faits d'alvéoles à la fois résistants et légers, un peu comme les os des oiseaux. En compactant du sable lunaire, une imprimante 3D pourrait ainsi construire un dôme abritant un habitat gonflable en une semaine! Ces dômes, en plus de servir d'habitations, protégeront aussi les astronautes des radiations mortelles venues de l'espace environnant ainsi que des micrométéorites qui percutent en permanence la Lune.



*Plan des dômes lunaires prévus par l'Agence spatiale européenne (image de gauche) et coupe transversale des murs imprimés par Foster and Partners dans le cadre de ce projet (image de droite)
(source : site officiel de l'Agence spatiale européenne)*

Durant les voyages vers Mars, qui dureront près de deux ans, ces imprimantes pourront également être utiles, en cas de problèmes de santé par exemple. Déjà, selon Terry Wohlers, sommité mondiale dans le domaine, « plus de 30 000 personnes vivent avec des membres imprimés de rechange, principalement des hanches, lesquelles sont mieux adaptées et moins chères que les orthèses traditionnelles! ».

Encore mieux, les astronautes du futur seront peut-être également capables d'imprimer...des organes! C'est en effet le tour de force que le docteur [Anthony Atala](#) et son équipe de l'Institut Wake Forest de médecine régénérative en Caroline du Nord ont réussi il y a maintenant plus de 10 ans. En effet, ils ont réalisé la première transplantation d'organe imprimé (une vessie) en 2011 et prévoient développer d'ici 10 ou 15 ans des organes plus complexes, dont des cœurs et des reins, lesquels constituent actuellement près de 90% de la demande de transplantation dans le monde. Tout ça, bien sûr, sans aucun risque de rejet : les cellules utilisées pour les transplantations sont et seront celles du patient!

A l'avenir, notre dossier médical pourrait donc ressembler à un fichier numérique, comprenant notre clone en 3D, organes compris! Dans un futur pas si lointain, les internautes du monde entier pourront peut-être aussi télécharger eux-mêmes leurs propres chaussures ou leur propre Ipod, personnalisés à leur goût. Finalement, dans l'espace ou dans le confort de notre salon, nous ne serons plus très loin de posséder ce fameux répliqueur de Star Trek...