

La révolution de l'impression 3D

Prothèses sur mesure, tissus osseux, médicaments... L'impression en trois dimensions poursuit son essor dans le secteur médical.

● De quoi parle-t-on ?

Les imprimantes 3D reposent sur un principe commun, qui consiste à superposer de fines couches de matières (plastique, résine, métal, céramique, matériaux composites, tissus biologiques etc) pour former un objet sur la base d'un modèle numérique. Elles fonctionnent toutefois selon des procédés différents : dépôt progressif de matière en fusion, solidification de matière par la lumière ou encore agglomération de matière par collage.

A noter : Elles sont utilisées dans différents domaines : l'industrie plastique, l'industrie automobile... mais aussi en médecine depuis la fin des années 1990. Ainsi, en 1999, la première prothèse imprimée en 3D est implantée sur un être humain.

● Un peu d'histoire

Le premier brevet d'imprimante 3D a été déposé en 1984 et la première imprimante 3D de série commercialisée date de 1986. « Ce premier modèle permettait de faire du prototypage rapide, c'est-à-dire de fabriquer des objets solides à partir d'un modèle numérique et de tester le design de ces objets avant de lancer leur production en série », détaille Grégory Nolens¹, ingénieur spécialisé en impression 3D, anciennement responsable des applications médicales au sein du SIRRIS (centre belge d'industrie technologique à but non lucratif) et aujourd'hui directeur de l'entreprise Cerhum². Dans l'industrie de santé, elle permettait, par exemple, de vérifier que le design de nouvelles seringues répondait à celui souhaité par le fabricant.

Peu à peu, les imprimantes 3D se diversifient. Dès 2005, certaines sont capables de fabriquer des objets directement en couleurs.

A noter : « Aujourd'hui, les imprimantes 3D sont capables de fabriquer des produits en série, c'est-à-dire, en une seule fois, une centaine de pièces en deux ou trois heures, sur des plateaux de fabrication de 50 cm sur 30 cm, explique Grégory Nolens. À terme, ce temps sera réduit et les plateaux seront plus larges, pour accueillir 100 à 1000 pièces ».

● Les applications en santé

Dans le secteur médical, l'impression 3D permet de produire des **modèles d'organes** pour que les chirurgiens puissent « s'entraîner » avant une opération au bloc. En dentaire, elle sert à créer des **moules**, sur la base d'un scan numérique de la bouche des patients, lesquels servent ensuite à concevoir des appareils dentaires sur-mesure dits "invisibles" (gouttières transparentes). « À l'heure actuelle, 100 % de ces appareils dentaires de nouvelle génération sont élaborés de cette manière », évalue l'ingénieur.

La technique de la 3D est également utilisée pour fabriquer des **guides chirurgicaux** (en plastique voire en métal pour la chirurgie laser), des **prothèses auditives** et des **implants personnalisés**. Des implants orthopédiques, par exemple. « La fabrication 3D permet, pour ces derniers, d'obtenir une macroporosité 10 à 100 fois supérieure qu'avec une fabrication "traditionnelle" », explique Grégory Nolens. Selon lui, plus de 40 000 implants intervertébraux en céramique ont été, à ce jour, fabriqués par impression 3D dans le monde. Il existe, en outre, des implants osseux de synthèse, utilisés en cas de traumatisme, de tumeur ou encore de malformation. Ces derniers, conçus à partir d'images scanner, sont poreux et résorbables. Les cellules adhèrent à leur surface, les colonisent puis les remplacent.

A noter : Cette technique de fabrication permet d'ajouter de la matière là où il n'y en a pas ou de ne pas en mettre là où il n'y en a pas besoin, afin d'obtenir des produits sur-mesure ; en outre, de nouveaux matériaux (alliages d'inox, de titane et/ou d'aluminium, alliages à base de céramique, de composite etc) ont été mis au point pour fabriquer des objets en 3D avec des propriétés mécaniques et chimiques très similaires à celles utilisées au quotidien, tout en réduisant le poids des assemblages.

● Les perspectives d'avenir

La **bioprinting**, c'est-à-dire l'impression de tissus biologiques pour tester des médicaments et peut-être un jour, implanter des organes en 3D, est porteuse d'espérance. Certaines imprimantes 3D sont ainsi capables de recréer des tissus durs, comme des cartilages et des os synthétiques, grâce à l'utilisation de composants bioactifs tels que des protéines et du phosphate de calcium. Des tests réalisés sur des souris, dans le cadre de la réparation de tissus osseux, ont permis de constater que des cellules imprimées survivaient et proliféraient une fois implantées.

Des progrès restent à réaliser avant de disposer d'un organe fonctionnel (tissus, vaisseaux etc). Demain, il sera toutefois possible de fabriquer un rein, un foie et d'autres organes encore, à la demande, pour un patient donné. Cette étape pourra être atteinte dans les deux à trois décennies.

La commercialisation, aux États-Unis, du premier **médicament** imprimé en 3D offre un grand nombre de perspectives dans la prise en charge de certains patients (*lire focus ci-dessous*).

● Et en pharmacie hospitalière ?

Les dispositifs médicaux et les médicaments fabriqués par impression 3D se retrouveront de plus en plus dans les PUI. « À l'avenir, plusieurs solutions sont envisageables, ajoute l'ingénieur. Les services hospitaliers, tels que les pharmacies hospitalières, pourront acheter ou louer des imprimantes 3D. Les pharmaciens pourront ainsi, à terme, directement fabriquer des organes, des tissus, des implants personnalisés ou des médicaments. Ce sont en tous cas des pistes envisagées dans certains pays, notamment des pays émergents. » Ce n'est toutefois pas encore une réalité en Europe, « les réglementations étant de plus en plus strictes en matière de sécurité sanitaire », nuance-t-il. En revanche, « avec le regroupement des centres hospitaliers, la logique en Europe sera peut-être d'intégrer un centre d'impression 3D à proximité des structures hospitalières regroupées », glisse Grégory Nolens.

● Les limites

« À l'heure actuelle, tous les matériaux ne peuvent faire l'objet d'une impression en 3D, détaille Grégory Nolens. C'est notamment le cas de certains plastiques mais aussi de certains métaux, comme certains aciers, certains alliages d'aluminium, certaines céramiques ou encore le lithium. Des développements sont toujours en cours. » En outre, « le temps de fabrication est encore élevé, même si d'énormes progrès ont été réalisés sur ce point ». En outre, des questions réglementaires mais aussi éthiques se posent, notamment pour l'impression de tissus biologiques.

FOCUS

L'ère des médicaments imprimés en 3D

Le 3 août 2015, la Food and drug administration (FDA), l'agence américaine responsable des denrées alimentaires et des médicaments, a approuvé la commercialisation du premier médicament imprimé en 3D. Ce traitement, qui se présente sous la forme de comprimé, est destiné à lutter contre l'épilepsie chez l'adulte et l'enfant. Il est, depuis le mois de mars 2016, accessible aux patients aux États-Unis. Sa constitution particulière (macroporeuse) lui permet de se dissoudre intégralement dans l'eau en quelques secondes, facilitant ainsi sa prise par voie orale et l'adaptation de sa posologie. La recherche se poursuit donc, notamment dans le traitement de pathologies neurologiques où l'ingestion et la diffusion rapide d'un traitement sont capitales. Il est actuellement imprimé en laboratoire mais pourquoi pas, à terme, au sein même des pharmacies hospitalières ?

SOURCES

Site de l'université internationale Supinfo : www.supinfo.com

Site de l'Inserm : www.inserm.fr

NOTES

¹ Grégory Nolens est également Docteur en Sciences biomédicales et maître de conférence en Bioingénierie à l'Université de Namur (Belgique).

² L'entreprise belge Cerhum est spécialisée dans la fabrication (notamment par impression 3D) de pièces en céramique pour des applications médicales humaines.

Article proposé par **L'équipe PIL**