



TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



DES MATÉRIAUX INNOVANTS POUR L'IMPRESSION 3D

juillet / 2018

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
LES NOUVEAUX MATÉRIAUX DE L'IMPRESSION 3D	4
▪ UN MATÉRIAU PNEUMATIQUE ENTièrement IMPRIMÉ EN 3D	4
▪ UN BIOPOLYMÈRE À BASE DE LIGNINE POUR L'IMPRESSION 3D	5
▪ FAÇONNER LE VERRE COMME UN POLYMÈRE	6
▪ PRÉVOIR L'ÉVOLUTION DES SOLIDES MOUS POUR L'IMPRESSION 4D	7
POUR ALLER PLUS LOIN	8
▪ IMPRESSION 3D D'ORGANES OU DE TISSUS VIVANTS : LES PROMESSES DU BIO-PRINTING	8
▪ LES QUASI-CRISTAUX, AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D	10
▪ L'IMPRESSION 3D S'INVITE DANS TOUS LES SECTEURS	11
▪ LE MARCHÉ DE L'IMPRESSION 3D EXPLOSE, DYNAMISANT DU MÊME COUP CELUI DES MATÉRIAUX	12

INTRODUCTION

L'impression 3D se démocratise en même temps que la diversité des matériaux utilisés. La rédaction vous propose de découvrir quelques-uns de ces nouveaux matériaux.

La fabrication additive s'invite dans l'industrie aéronautique et spatiale pour produire en série des pièces de haute technologie plus légères. Par exemple, Airbus a déjà installé un support en titane [imprimé en 3D](#) sur une production de série [A350 XWB](#). L'entreprise développe actuellement [Cimon](#), un système d'assistance aux astronautes, dont la structure métallique et plastique est entièrement imprimée en 3D. Du côté de l'automobile, les constructeurs misent sur l'impression 3D métal pour les moteurs de demain. C'est par exemple le pari de [Renault Trucks](#). Si l'impression 3D reste principalement cantonnée à l'impression de quelques pièces, le fabricant italien X Electrical Vehicle vient d'annoncer la commercialisation d'une voiture dont la structure serait entièrement imprimée en 3D dès avril 2019. Les fabricants de pneus Michelin et Goodyear ne sont pas en reste. Ils ont présenté un modèle de pneu sans air et recyclable, [imprimé en 3D à partir de matériaux recyclés](#). Lorsque la bande de roulement sera abîmée, elle n'aura plus besoin d'être intégralement remplacée. Il suffira d'imprimer une couche de gomme supplémentaire.

LES NOUVEAUX MATÉRIAUX DE L'IMPRESSION 3D

UN MATÉRIAU PNEUMATIQUE ENTIÈREMENT IMPRIMÉ EN 3D

Fruit d'un travail conjoint entre le MIT et BMW, ce silicone se présente sous forme liquide avant d'être imprimé en 3D pour former des structures gonflables de n'importe quelle forme et taille.

Plusieurs défis ont été relevés pour aboutir aux premiers résultats présentables du projet « *Liquid Printed Pneumatics* », une collaboration entre le MIT Self-assembly Lab et le constructeur automobile BMW. Il fallait trouver un matériau liquide qui durcisse avec le temps tout en gardant des propriétés élastiques suffisantes pour supporter d'être gonflé et il fallait trouver une **technique d'impression 3D** qui permettent de fabriquer des objets de grande taille, rapidement avec ce matériau.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=QZhByi31q0A>

La voie ouverte par le « Rapid Liquid Printing »

Cette nouvelle technologie de fabrication additive pour les polymères et autres matériaux synthétiques a été présenté dans une **publication** de septembre 2017 de la revue *3D printing and additive manufacturing*. Le Rapid Liquid Printing consiste à utiliser une cuve remplie d'un gel. L'impression 3D va se faire au sein de ce gel qui sert de support à la structure construite ; une buse va introduire le matériau de fabrication, non pas forcément couche par couche, mais réellement là où c'est nécessaire, comme un dessin en 3D. Cette buse est portée par une structure robotisée qui est commandé numériquement. La cuve peut donc être potentiellement de n'importe quelle taille et l'objet fabriqué aussi. Le matériau reste en place au sein du gel sous sa forme finale, jusqu'à ce qu'il durcisse. Un procédé rapide (comparé aux autres procédés de fabrication additive) et qui permet de s'affranchir de toute limite de taille.

Un caoutchouc de silicone gonflable

BMW et le MIT Self-assembly Lab ont choisi un caoutchouc de silicone comme matériau pour leur démonstrateur. Après deux ans d'études, les premiers résultats prennent donc la forme de coussinets gonflables assemblés les uns aux autres. Les coussinets se gonflent à l'air et selon la pression appliquée leur gonflement, plus ou moins important va faire varier la forme de la structure générale et/ou sa fermeté. Un exemple marquant de ce que la fabrication additive apporte comme liberté pour repenser les formes et les fonctions des objets, évolutives dans le temps ou en fonction de certains paramètres commandables.

Le fruit de ce partenariat entre un industriel et un laboratoire de recherche est visible à l'exposition *The Future Starts Here*, à Londres jusqu'à début novembre 2018.

Sophie Huguin

25/07/2018

UN BIOPOLYMÈRE À BASE DE LIGNINE POUR L'IMPRESSION 3D

Un laboratoire américain propose un nouveau matériau composite intégrant 40 % de lignine dans des filaments pour de l'impression 3D.

Les **matériaux végétaux pour l'impression 3D** sont pléthores. Cependant, ils sont encore bien souvent marginaux ou réservés à des utilisations ponctuelles pour des particuliers. Mais les biopolymères ont toute leur place dans l'impression 3D comme le prouve ce nouveau matériau proposé par l'Oak Ridge National Laboratory (ORNL). Ce laboratoire américain a développé un biocomposite à base de lignine qui peut être utilisé pour faire de l'impression 3D à l'échelle industrielle. Une démarche intéressante surtout quand elle utilise les coproduits d'autres filières végétales. Le nouveau matériau mise en œuvre dans ce laboratoire de recherche américain est un mélange de lignine, de caoutchouc synthétique (styrène-butadiène), de fibres de carbone et d'ABS (acrylonitrile butadiène styrène). Ces travaux ont donné lieu à un dépôt de brevets et ont été **publiés** dans la revue Applied Materials Today.

Des fibres de carbone clés

L'ORNL a profité de son expérience de plus de 5 ans avec les matériaux à base de lignine pour ces recherches. La lignine, composant clé des cellules végétales et qui leur confèrent leur rigidité est un coproduit abondant de certaines filières végétales comme les biocarburants. Au départ, les recherches ont seulement porté sur un apport de lignine à un mélange de thermoplastiques (caoutchouc synthétique + ABS), mais les chercheurs ont fait face à des difficultés pour préserver la fluidité du mélange lors du chauffage. Ils ont alors eu l'idée d'ajouter 10 % de fibres de carbone discontinues (Cfs). Cet ajout a été décisif pour l'obtention de propriétés très intéressantes : non seulement le mélange a été amélioré mais cela a aussi permis de renforcer les liaisons entre les différentes couches déposées lors de

la fabrication avec une adhésion intercouches améliorée de 100 %. Par ailleurs, la lignine et les fibres de carbones confèrent au matériau final qui contient 40 % de lignine, de très bonnes propriétés mécaniques que les chercheurs espèrent encore améliorer. En outre, la technique mise au point en laboratoire peut être facilement transférée à un niveau industriel.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=xjm1ZF3rqX4>

D'autres coproduits sont en 3D

Ce n'est pas la première fois que les nouveaux matériaux conçus pour l'**impression 3D cherchent à utiliser des coproduits ou des déchets**. On peut par exemple citer les divers produits au catalogue de l'américain 3D Fuel. L'entreprise a composé une gamme de filaments biocomposites en partenariat avec c2new, un spécialiste des matériaux composites utilisant des résidus, coproduits et déchets issus de l'agriculture ou du traitement des déchets. La gamme comprend aujourd'hui quatre filaments différents incorporant des drêches de bière, du chanvre, du marc de café ou encore des cendres d'incinération. Mais on peut aussi trouver des filaments à base d'algues chez Algix 3D et potentiellement toutes sortes de **biopolymères** peuvent être adaptés. Par exemple, Eric Klarenbeek et Maartje Dros, deux designers hollandais, travaillent ainsi avec des biopolymères à base d'algues, de mycélium, d'amidon de pommes de terre ou de coques de noix de coco.

Sophie Huguin

25/07/2018

FAÇONNER LE VERRE COMME UN POLYMÈRE

Des scientifiques du Karlsruhe Institute of Technology (KIT) en Allemagne ont développé une technologie de mise en forme du verre de quartz qui permet de le manipuler et de le façonner comme un polymère.

Le verre de quartz obtenu par exemple par fusion du **quartz** possède des propriétés physiques et chimiques qui font son attrait : très grande transparence à la lumière visible, UV et infrarouge, résistant aux chocs mécaniques et thermiques, résistant aux attaques chimiques, aux rayons ionisants ainsi que des caractéristiques diélectriques et un faible coefficient de dilatation.

Un matériau idéal pour nombre d'applications en optique, photonique ou encore dans le secteur médical sauf que... il reste difficile à mettre en forme en lui préservant toutes ses qualités.

Logique de fabrication renversée

Alors qu'on fabrique habituellement les verres de quartz par fusion de quartz ou de silice à des températures de l'ordre de 800°C avant de les usiner ou de les tailler avec des lasers, les chercheurs du KIT procèdent par **fabrication additive**, en partant des particules de verres les plus petites possibles. Ainsi, ils mélangent des particules de verre de 40nm dans un polymère liquide. Le mélange est ensuite durci par chauffage ou exposition à la lumière. Le solide qui en résulte est composé à **60 % de verre et 40 % d'un polymère qui agit comme un liant retenant les particules de verres aux bons endroits** et maintenant la forme générale.

Ce « Glassomer », comme les scientifiques l'ont baptisé, peut être fraisé, tourné, usiné au laser ou traité dans des machines à commandes numériques comme n'importe quel polymère conventionnel.

Pour récupérer un verre de quartz de grande pureté, il faut ensuite retirer le polymère. Cela se fait dans un four à 500-600°C. Le polymère se transforme en CO₂ et laisse place

à une pièce poreuse qui va être frittée à 1300°C. A cette température, la matière va se densifier laissant place à un solide dense, non poreux et fait de quartz très pur. Ce type de procédé est calqué sur celui qui existe par exemple en fabrication additive métallique (metal binder jetting).

Adapté à la production de masse

Ce procédé de mise en forme permet non seulement la production de verre très pur façonnable librement mais en plus il est adapté à une production industrielle et « moins cher, plus soutenable et plus efficace en matière énergétique que d'autres procédés de fabrication », explique le Dr. Bastian E. Rapp, à la tête du groupe de recherche interdisciplinaire NeptunLab qui a publié ces recherches dans **Advanced materials**. Par exemple, il ne nécessite pas l'emploi de produits chimiques très dangereux comme l'acide fluorhydrique souvent utilisé pour façonner le verre de quartz. Le Glassomer est commercialisé, par une société spin-off du NeptunLab, sous forme liquide ou solide afin d'intégrer des procédés de fabrication classiques des polymères chez les industriels.

Le NeptunLab s'était déjà démarqué dans d'autres innovations autour du verre de quartz grâce à des mélanges polymères-verre ouvrant par exemple la voie au moulage de verre en 2016...

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=XsZL7zajgr0>

... et à son utilisation pour des impressions 3d en 2017.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=JeTV2cCOD0M>

Sophie Huguin

10/07/2018

PRÉVOIR L'ÉVOLUTION DES SOLIDES MOUS POUR L'IMPRESSION 4D

Un modèle mathématique capable de prévoir le plissement des solides mous déverrouille un accès vers l'impression 4D de matériaux dont on peut contrôler la déformation.

Pasquale Ciarletta, chargé de recherche CNRS à l'Institut Jean Le Rond d'Alembert a [publié dans Nature Communications](#) les résultats de ces travaux : un modèle mathématique qui prévoit l'[apparition de plis dans des solides mous](#). L'intérêt ? Les plissements dans ce genre de matériaux sont des phénomènes non-linéaires. Contrairement aux flambements - fléchissement d'un matériau perpendiculairement à l'axe d'une compression qu'on lui soumet - ou froissements qui sont liés à des propriétés élastiques structurelles et qui peuvent être décrits par des équations linéaires, le plissement d'un solide mou est un phénomène local et violent qui apparaît instantanément sans qu'aucun signe extérieur préalable ne se manifeste. Il est lié à un seuil d'instabilité critique global et c'est à partir de ce seuil que le modèle mathématique a pu prévoir le seuil de plissement.

Comme une transition de phase

Ce phénomène présente des similarités avec les [transitions de phases liquide/vapeur](#). Dans les solides mous, la compression provoque localement une cohabitation entre une surface encore stable et des couches sous-jacentes déstructurées. Alors que la limite de compression au-delà de laquelle le solide va s'écrouler est connue, des phénomènes locaux peuvent se manifester avant cette limite. La compréhension des phénomènes physiques lors du plissement est encore aujourd'hui partielle. Pour construire ce modèle mathématique, la chercheuse s'est donc appuyé sur d'autres modèles (théorie des perturbations singulières et techniques de bifurcation) pour dériver le seuil d'apparition des plis en fonction du seuil connu d'instabilité globale.

La prédiction mathématique s'est révélée en concordance avec les expériences ou les simulations numériques effectuées. Le modèle peut s'appliquer à tous les matériaux souples dont la loi d'élasticité n'est pas linéaire.

Des applications en impression 4D

Ce phénomène de plissement suscite beaucoup d'intérêt en sciences de l'ingénieur ou encore en biologie du développement pour expliquer la formation de sillons localisés comme ceux des circonvolutions du cerveau. Sa prédiction permet d'envisager de fabriquer des objets en 3D avec des solides mous et d'en contrôler la déformation ou l'évolution pour en faire des objets fonctionnels dans le temps. C'est le passage à l'impression 4D (impression 3D + temps).

On peut alors imaginer des systèmes de taille micrométriques dont le changement de forme, initié par des stimulations externes, les rendraient interactifs : structures capables d'enfermer ou libérer des molécules sur commande, circuits électroniques intégrés flexibles, capteurs environnementaux ou médicaux... Cependant, avant cela il faudra réussir à prévoir l'emplacement et le nombre de plis car ce modèle ne prévoit que le seuil d'apparition des plis.

Sophie Huguin

29/06/2018

POUR ALLER PLUS LOIN

IMPRESSION 3D D'ORGANES OU DE TISSUS VIVANTS : LES PROMESSES DU BIO-PRINTING

L'émergence du bio-printing s'accompagne d'une nouvelle conception de la santé et du bien-être, centrée sur des promesses d'innovations capables d'agir en profondeur sur les processus biologiques fondamentaux - allant de la réparation, puis de la maintenance jusqu'à l'augmentation humaine. Même si la distinction entre spéculations et véritables possibilités scientifiques est floue, les évolutions dans ce domaine sont spectaculaires avec quelques premières réalisations très prometteuses.

Le **bio-printing** vise à mettre à disposition des biologistes et des médecins des procédés permettant de déposer des suspensions cellulaires, des solutions aqueuses ou des hydrogels sur des supports biocompatibles, en limitant les différents stress que peuvent subir les cellules par les procédés de fabrication additive pour atteindre une fonctionnalité biologique souhaitée dans les tissus ou organes bio-imprimés.

Relativement aux techniques de fabrication additive classiques, **l'impression 3D** d'éléments biologiques ajoute un niveau de complexité important aux procédés car il est nécessaire de structurer « intelligemment » des matériaux vivants ou non, mimant la matrice extracellulaire et de contrôler les distributions spatiales de différents types de cellules ou de biomolécules pouvant jouer un rôle sur la différenciation cellulaire, leur croissance ou leur mort.

Dans les faits, la fabrication d'un tissu biologique par bio-printing s'effectue de la manière suivante :

- une première étape consiste à conceptualiser par ordinateur l'architecture du tissu biologique puis à programmer les paramètres d'impression des « encres » contenant des cellules. Il convient généralement de prévoir un support sur lequel les cellules vont adhérer et se développer. De

même, les processus de transfert nutritionnel doivent être anticipés pour permettre un développement effectif des cellules ;

- les « tissus biologiques » sont ensuite imprimés couche-par-couche à l'aide d'automates qui reproduisent les motifs conçus par ordinateur en déposant par exemple des microgouttelettes d'encres biologiques ;
- la dernière étape repose sur la maturation du tissu imprimé en bioréacteur. Cette étape permet aux cellules de s'auto-organiser jusqu'à faire émerger des fonctions biologiques spécifiques.

IDTechEx1 a réalisé une étude sur les futures applications, les marchés et les acteurs du domaine. Dans cette synthèse IDTechEx cible, pour l'essentiel, deux axes d'action principaux en bio-printing :

- la réalisation de supports représentant des tissus humains pour permettre de tester des médicaments (à la place de travailler sur l'animal et sur l'humain) ;
- la production de matériaux biologiques et de tissus humains pour les « réparations ».

Des avancées stimulantes aux promesses sensationnalistes

Parmi les avancées, les chercheurs de l'INSERM2 (équipe de Nadine Benkirane-Jessel à Strasbourg Unité 1109 dans INSERM, 2015) ont créé un implant ostéo-chondral composé de deux compartiments afin de régénérer le cartilage et l'os sous-chondral au sein de l'articulation :

- une membrane nanofibreuse, à base de collagène ou de polymères, dotée de nanoréservoirs de facteurs de croissance osseux, pour favoriser la réparation de l'os ;
- une couche d'hydrogel (alginate) renfermant de l'acide hyaluronique et des cellules-souches issues de la moelle osseuse du patient, favorisant la régénération du cartilage.

L'organisation en trois dimensions du dispositif favoriserait

la croissance et la différenciation des cellules-souches en cellules du cartilage. « Imaginez la membrane nanofibreuse comme une feuille de papier déposée par le chirurgien sur l'os abîmé. Immédiatement après, il dépose la seconde couche contenant les cellules-souches et termine son intervention. Ensuite, le travail de consolidation de l'ensemble se fait seul ! L'objectif est d'obtenir une régénération totale de l'articulation – os sous-chondral et cartilage – dans les mois qui suivent », explique la chercheuse.

Les startups du secteur s'inscrivent dans une stratégie à long terme qui vise « tout simplement » la réalisation d'organes. Certes, on n'en est pas là, mais la vision est claire, soutenue par un public très intéressé par l'accès à des soins spécifiques, voire peut-être à des possibilités d'« augmentation » des performances humaines en attendant la mise sur le marché de produits, services ou systèmes nouveaux qui satisfont un renforcement de la demande de « bien-être », pour laquelle on acceptera de payer un certain prix (notion d'attractivité).

Par exemple, BioBots conçoit des imprimantes 3D capables de créer des tissus vivants. Ses produits sont disponibles sur le marché depuis quelques mois. En mai dernier, BioBots, avec une logique de promesse sensationnelle, présentait au public son imprimante capable de créer des tissus humains vivants, reproduisant pour l'occasion l'oreille coupée de Van Gogh...

Pour mener à bien ses ambitions, BioBots utilise une encre photo-transformable, qui mise en présence de lumière se polymérise. Combinée avec des cellules vivantes, elle permet de mettre en forme de la matière biologique synthétique. Lors de « Techcrunch Disrupt » à New-York en 2015, Dan Cabrera, CEO de l'entreprise, aurait affirmé que sa méthode permettait à sa création de se différencier de ses concurrents proposant également des imprimantes 3D capables de créer la vie.

Parmi les entreprises concurrentes, on compte le Canadien Aspect Biosystems, le Suédois Cellink, ou encore le Japonais Cyfuse. Pour BioBots, le projet vise à faciliter la recherche médicale. Ainsi, il serait possible d'utiliser ces tissus vivants pour tester des médicaments en laboratoire,

s'affranchissant de la nécessité d'utiliser des animaux. Sur-tout, on pourrait ainsi réaliser des tests individuels, pour offrir à chaque patient un traitement personnalisé correspondant le plus parfaitement possible à ses besoins.

Du bio-printing à l'homme augmenté

La médecine n'est déjà plus l'art destiné à cerner les causes d'un mal-être et à aider l'organisme à réagir aux agressions qui l'ont rendu malade. Elle considère le corps comme un assemblage d'organes plus ou moins interdépendants qu'il faut entretenir, réparer, changer, transformer ou améliorer. Le soin peut alors céder la priorité à la réparation. Avec l'individualisme, la spécificité des corps risque de devenir l'un des fondements de la médecine de précision de demain, tant qu'elle permet des soins sur mesure ou personnalisés (et moins coûteux en principe). Dans le même temps, les effets de la transformation du concept de santé (OMS) allant de la suppression de la maladie, à la réalisation d'un bien-être individuel (médecine de confort) soutiennent le développement potentiel d'« Homme augmenté », développement autorisé dans son principe par le bio-printing. De plus, l'avènement de l'impression 3D pourrait résoudre certains des problèmes les plus pressants auxquels fait face le don d'organes — comme la disponibilité et le rejet par le corps du patient receveur.

Donnons-nous rendez-vous dans quelques années pour savoir si la science triomphera de l'actuelle bulle spéculative et saura faire du bio-printing une méthode efficace et robuste pour la médecine.

Extrait de l'article de Techniques de l'Ingénieur RE268, Bio-printing - État des lieux et perspectives, d'Emmanuel GUÉDON, Laurent MALAQUIN et Jean-Claude ANDRÉ (février 2017)

1IDTechEx. – 3D bio-printing 204-2024 : applications, markets, players (2014). <http://www.idtechex.com/>

2INSERM. – Un implant vivant pour régénérer le cartilage (2015). <http://www.inserm.fr/>

24/07/2018

LES QUASI-CRISTAUX, AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D

Le développement de composites à base de quasi-cristaux pourrait permettre de fournir aux industriels des pièces imprimées en 3D moins denses, à propriétés égales ou supérieures.

Rangez trompettes et tocsins, ce n'est plus une surprise pour personne : la révolution initiée par les imprimantes 3D est bien en marche, avec une nette accélération depuis le début du XXI^e siècle. Elle connaît une expansion telle que sa croissance mondiale est à deux chiffres depuis plus de dix ans.

Ses nombreuses applications – notamment dans l'industrie – et sa rapide démocratisation laisse penser que l'impression tridimensionnelle pourrait être l'un des éléments essentiels de ce que l'essayiste américain Jeremy Rifkin appelle « la troisième révolution industrielle ».

L'un des freins à l'avènement de cette nouvelle ère réside pourtant dans le choix des matériaux à disposition. Les industries automobile, aérospatiale et aéronautique ont, à titre d'exemple, de plus en plus recours à l'impression 3D pour fabriquer certains de leurs composants, mais le choix actuel des matériaux utilisés satisfait de moins en moins les exigences des géants de ces secteurs. Ils réclament avec insistance de nouveaux composites pour produire des pièces plus solides, encore plus légères, et dont les propriétés fonctionnelles seraient plus adaptées à leurs besoins.

Et si la solution venait... des quasi-cristaux ? Découverts en 1982 par le scientifique israélien Dan Shechtman – découverte qui lui valut le prix Nobel de chimie en 2011 – les quasi-cristaux sont en tout cas l'une des pistes étudiées par les chercheurs de l'institut Jean Lamour (université de Lorraine / CNRS), qui travaillent depuis plusieurs années sur la possible utilisation de matériaux composites à base de ces alliages métalliques dans les processus de fabrication additive.

Les quasi-cristaux sont des alliages métalliques complexes

possédant certaines propriétés des cristaux – un spectre de diffraction essentiellement discret – mais dont la structure n'est pas périodique.

Le faible coefficient de friction (pour un alliage métallique) de ces composites, combiné à une assez bonne résistance à la corrosion ainsi qu'à l'usure font que ces matériaux semblent très prometteurs, notamment dans le domaine de l'impression 3D. Ils resteraient néanmoins intrinsèquement cassants, ce qui éliminerait d'emblée leur utilisation comme matériaux de base. Deux alternatives subsistent : utiliser ces alliages dans des composites à renfort particulaire, ou les utiliser comme revêtement.

Les composites en question, combinant alliages métalliques complexes et métaux, ont des propriétés mécaniques équivalentes à l'acier cuivré, mais... en moins dense.

Des pièces moins denses représentent du pain béni pour les industriels du transport, car elles permettent de diminuer la consommation de carburant en diminuant le poids d'un véhicule. L'un des coauteurs, Samuel Kenzari, rappelle qu'il est également possible de renforcer les composites à matrice polymère avec ces quasi-cristaux, et que des pièces utilisant ces technologies sont déjà disponibles dans le commerce.

Par Rahman Moonzur

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Bois, verre, céramique et textile
- Plastiques et composites
- Etude et propriétés des métaux
- Mise en forme des métaux et fonderie
- Traitements des métaux
- Elaboration et recyclage des métaux
- Matériaux fonctionnels
- Corrosion vieillissement

25/02/2015

L'IMPRESSION 3D S'INVITE DANS TOUS LES SECTEURS

*Aéronautique, automobile, médical, alimentaire...
Aucun secteur n'est épargné par le développement
de l'impression 3D. Celle-ci convient à différentes
applications, que cela soit pour la production de
prototypes ou de pièces finies.*

La fabrication additive s'invite dans l'industrie aéronautique et spatiale pour produire en série des pièces de haute technologie plus légères. Par exemple, Airbus a déjà installé un support en titane [imprimé en 3D](#) sur une production de série [A350 XWB](#). L'entreprise développe actuellement [Cimon](#), un système d'assistance aux astronautes, dont la structure métallique et plastique est entièrement imprimée en 3D.

Du côté de l'automobile, les constructeurs misent sur l'impression 3D métal pour les moteurs de demain. C'est par exemple le pari de [Renault Trucks](#). Si l'impression 3D reste principalement cantonnée à l'impression de quelques pièces, le fabricant italien X Electrical Vehicle vient d'annoncer la commercialisation d'une voiture dont la structure serait entièrement imprimée en 3D dès avril 2019. Les fabricants de pneus Michelin et Goodyear ne sont pas en reste. Ils ont présenté un modèle de pneu sans air et recyclable, [imprimé en 3D à partir de matériaux recyclés](#). Lorsque la bande de roulement sera abîmée, elle n'aura plus besoin d'être intégralement remplacée. Il suffira d'imprimer une couche de gomme supplémentaire.

L'impression 3D au service du BTP

Le secteur du bâtiment voit l'apparition de l'impression 3D de béton alvéolaire. Ces bétons séchent très vite pour pouvoir utiliser cette technique de couches successives. Selon un rapport publié en 2016 par Markets & Markets, l'impression 3D en béton permettrait de réduire de 30 à 60 % les déchets de construction et de raccourcir les délais de production de 50 à 70 %. En France, la première maison imprimée de Bati-print 3D vient d'être inaugurée à Nantes. Comme le rapporte [Lejournaldesentreprises](#), l'entreprise nantaise espère réaliser 1.000 logements d'ici 5 ans en France, en Chine et à l'île

Maurice.

La fabrication additive ne s'arrête pas aux bâtiments. Un pont en béton a été installé aux Pays-Bas, un autre en Espagne. La Chine a également installé des ponts imprimés en plastique. Enfin, aux Pays-Bas, The New Raw et Aectual transforment des déchets plastiques en bancs publics imprimés en 3D qui sont installés à Amsterdam, dans le cadre du projet Print Your City ! .

L'impression 3D au service du médical

L'impression 3D est particulièrement plébiscitée dans le médical. En effet, elle permet la fabrication de prothèse sur-mesure et peut-être bientôt l'impression d'organes et de peau grâce à la bio-impression. [e-Nable](#) est notamment une communauté de bénévoles qui imprime des « mains de super-héros » qui facilite la vie des enfants qui en ont besoin.

La bio-impression fabrique des structures cellulaires en déposant couche par couche des bio-matériaux. En France, l'entreprise Poietis s'est spécialisée dans ce domaine. En janvier, elle a annoncé la [première commercialisation d'un tissu produit par bio-impression](#). Ce modèle permettra notamment l'évaluation des ingrédients et des produits finis cosmétiques et renforcera l'ensemble des méthodes alternatives à l'expérimentation animale.

L'impression 3D au service de l'alimentaire

L'impression 3D se développe même dans le secteur alimentaire. Elle permet d'imprimer des matériaux comestibles comme du chocolat ou des pâtes. La technologie permettrait ainsi de créer des menus personnalisés, bon nutritionnellement et adaptés aux intolérances et allergies de chacun. Bientôt, de nouveaux aliments imprimés à partir de poudre d'insectes ou d'algues seront inscrits à votre menu !

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

28/03/2018

LE MARCHÉ DE L'IMPRESSION 3D EXPLOSE, DYNAMISANT DU MÊME COUP CELUI DES MATÉRIAUX

Le domaine des matériaux d'impression 3D pourrait dépasser le milliard de dollars dès 2019.

L'étude publiée par le cabinet Markets & Markets dévoile l'ampleur du phénomène. L'impression 3D, véritable technologie de rupture, est une véritable locomotive pour les marchés associés, notamment celui des matériaux d'impression 3D. Ainsi, le secteur de ces matériaux atteindra probablement 1.052 milliards de dollars en 2019. Aujourd'hui, ce marché est estimé à 400 millions de dollars, mais Markets & Markets table sur une progression annuelle de 20.4%. Une évolution cohérente avec celle du marché de l'impression 3D en général qui affiche lui aussi un dynamisme de 20% par an selon l'étude du cabinet Xerfi.

Si l'imprimante 3D peine à pénétrer les foyers, les industriels ont bien compris le potentiel exceptionnel de l'impression 3D. Aujourd'hui très utilisé dans le médical, l'aéronautique ou encore l'automobile, l'impression 3D profite des progrès liés aux procédés et aux matériaux. Les plus utilisés sont les plastiques, dont le marché devrait passer de 250 millions de dollars en 2014 à 671 millions en 2019. Les plastiques utilisés pour l'impression 3D sont principalement l'ABS et le PLA, mais on retrouve aussi des photopolymères et du nylon. Les plastiques représentent 64% du marché des matériaux d'impression 3D, loin devant les métaux, les céramiques et les matériaux hybrides.

Les grands acteurs des matériaux 3D sont les américains 3D Systems Inc. et Stratasys Ltd., le suédois Arcam AB et l'allemand ExOne GmbH.

D'après l'étude, les plastiques resteront les matériaux les plus utilisés dans les années à venir en impression 3D, une position dominante confortée par le développement futur

des imprimantes personnelles. Un point de vue modéré par le cabinet Xerfi dont l'étude parue en octobre indiquait que ce secteur restait encore marginal et ne devrait pas connaître d'évolution particulière. Pour preuves, en 2013, seulement 72500 imprimantes ont été vendues dans le monde.

En attendant le développement des applications privées, l'impression 3D séduit les industriels. L'industrie spatiale apprécie le faible coût de petites séries comparé à l'utilisation d'un moule et réfléchit à utiliser les imprimantes 3D pour fabriquer directement des pièces dans les stations spatiales, de son côté la médecine fabrique des prothèses auditives et dentaires par impression de façon standard, et récemment une voiture entière a été imprimée.

- [Lire le rapport sur le marché des matériaux d'impression 3D Markets & Markets](#)
- [Lire l'étude « L'impression 3D en France et dans le monde » du cabinet Xerfi](#)

Par Audrey Loubens

04/01/2015