



# IMPRESSION 3D

## EST-ELLE ÉCOLOGIQUE ?

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>DÉVELOPPEMENT DURABLE ET IMPRESSION 3D</b>	<b>4</b>
▪ L'IMPRESSION 3D EST-ELLE ÉCOLOGIQUE ?	4
▪ L'IMPRESSION 3D S'INVITE DANS TOUS LES SECTEURS	6
▪ L'ÉCO-CONCEPTION AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D	8
▪ QUELS MATÉRIAUX POUR QUELLES APPLICATIONS ?	10
▪ L'IMPRESSION DE PIÈCES DÉTACHÉES CHERCHE SON MODÈLE	12
▪ IMPRESSION 3D : UNE INNOVATION DE TAILLE	14
<b>POUR ALLER PLUS LOIN</b>	<b>16</b>
▪ INFOGRAPHIE : IMPRESSION 3D ET DÉVELOPPEMENT DURABLE	16
▪ LES QUASI-CRISTAUX, AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D	17
▪ LA PLASTURGIE S'APPROPRIE LA QUESTION DE L'IMPRESSION 3D	19
▪ STRATI EST LA PREMIÈRE VOITURE FABRIQUÉE EN IMPRESSION 3D	21

# INTRODUCTION

L'avènement de l'impression 3D dans l'industrie oblige à repenser les modes de fabrication et de production. Recyclage, production à l'unité, obsolescence programmée, matériaux utilisés, éco-conception... Dans quelle mesure ce nouveau mode de production est-il plus durable ?

## DÉVELOPPEMENT DURABLE ET IMPRESSION 3D

# L'IMPRESSION 3D EST-ELLE ÉCOLOGIQUE ?

*L'impression 3D est souvent présentée comme un moyen écologique permettant de mettre fin à la production de masse. La baisse de la production de déchets, la diminution de la consommation d'énergie et la fin de l'obsolescence programmée seraient ses principaux atouts écologiques. Qu'en est-il réellement ?*

L'impression 3D permet de fabriquer un tas d'objets personnalisés, en accord avec les besoins réels des consommateurs. En fabriquant les objets sur-mesure et au plus près des consommateurs, l'impression 3D pourrait révolutionner l'industrie et la logistique.

### Vers la fin des transports et des entrepôts ?

Pour imprimer un objet en 3D, il faut une imprimante, des filaments, un logiciel et un fichier numérique. C'est donc l'ensemble du cycle de production qui doit être réinventé. Plutôt que d'acheter un objet fabriqué dans une usine, il convient dans ce cas de se procurer un fichier numérique, de le télécharger et de l'imprimer. Si tout était imprimé en 3D, cela signifierait la fin des usines manufacturières, la fin des entrepôts et des transports de marchandises. À la place, il faudrait simplement plus d'infrastructures numériques, en plus des usines de fabrication d'imprimantes et de filaments. Par ailleurs, développer l'impression 3D est la promesse d'apporter des objets directement chez les utilisateurs, en particulier dans les zones dépourvues d'industries.

### Moins de déchets en perspective ?

L'impression 3D repose sur le principe de la fabrication additive, en superposant couche par couche un matériau (plastique, métal, béton alvéolaire, etc.), pour fabriquer un objet. Elle s'oppose aux méthodes traditionnelles de fabrication soustractive par ponçage, découpage ou fraisage.

Résultat : il n'y a pas de chutes ou de déchets de production, car le poids de l'objet est équivalent à la quantité de matière utilisée pour sa fabrication. En soi, l'impression 3D présente un doux rêve : **mettre fin à l'obsolescence programmée**. En effet, elle permet de réparer soi-même ses objets en imprimant les pièces détachées nécessaires.

Attention toutefois aux émissions. Pour être mis en forme, les filaments en plastique sont fondus. Certains d'entre eux émettent des composés organiques volatils (COV) toxiques. C'est notamment le cas de l'ABS pour lequel il est recommandé d'utiliser une imprimante 3D à enceinte fermée.

### L'impression 3D se met aux déchets

Mis à part le PLA qui est biosourcé, la plupart des plastiques utilisés dans les filaments sont issus d'énergies fossiles. Pour plus d'éco-conception, des start-up se lancent sur le segment des filaments à base de plastiques recyclés. C'est le cas d'Armor 3D qui recycle des pots de yaourts et des toners d'imprimante. Les start-up américaines [3dbrooklyn](#) et [Refil](#) se sont également spécialisées sur ce créneau de filaments recyclés, en différentes couleurs. Ils recyclent la matière des emballages alimentaires, des bouteilles d'eau, de la vaisselle en plastique et du plastique automobile.

Plusieurs start-up se sont également spécialisées dans le développement d'extrudeuses. Elles permettent de broyer les déchets avant de les fondre pour obtenir son propre filament d'impression 3D. Ces solutions simplifient là encore la gestion des déchets et permettent de développer une économie circulaire locale. Citons par exemple la start-up française [Plast'if](#). Elle développe un broyeur de déchets plastique en PET, PP, et PS relié à une imprimante 3D qui les transforme en nouveaux objets imprimés en 3D. C'est aussi le cas par exemple de [ProtoCycler](#), [FilaMaker](#) et [3DEvo](#). Le développement de ces extrudeuses permet-

trait même de s'affranchir des usines de production de filaments.

**Avis de Pierre-Antoine Pluinage, directeur du développement d'Armor 3D : Quel est l'intérêt de l'impression 3D du point de vue écologique ?**

*« Le principe de l'impression 3D est de n'utiliser que la matière nécessaire à la fabrication d'un produit. Dans cette logique, on utilise moins de matières et on produit moins de déchets. En même temps, l'impression 3D est aujourd'hui surtout utilisée pour du prototypage, et le prototype est un déchet qu'il faut recycler. La technologie permet d'internaliser le prototypage plutôt que de le sous-traiter loin de son lieu de production. C'est un avantage, mais il faut faire attention à l'effet pervers d'avoir des imprimantes 3D un peu partout. Elles généreront des déchets diffus plus difficilement récupérables. Une usine produit peut-être plus de déchets, mais ces derniers sont générés en un point. Au niveau de la consommation énergétique, il est cependant difficile de calculer les économies.*

*L'impression 3D ne remplacera pas tout de suite les usines traditionnelles pour faire de la production de masse. Elle n'est pas utilisée à cette fin, mais plutôt pour faire de la petite série, du sur-mesure, de l'outillage et des prototypes. Je pense que le prototypage va rester important dans les prochaines années. Toutefois, dans les dix à quinze ans à venir, la tendance va sûrement s'inverser pour aller de plus en plus vers la production de produits finis. »*

**Par Matthieu Combe, journaliste scientifique**

28/03/2018

# 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 sèchent 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 Batiprint 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

# L'ÉCO-CONCEPTION AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D

*L'impression 3D se développe et consomme de plus en plus de plastique. Des start-up se développent donc pour produire des filaments à base de déchets plastiques recyclés. Parmi elles, Armor 3D est une start-up française qui mise sur des filaments recyclés et recyclables. Entretien avec Pierre-Antoine Pluinage, directeur de son développement.*

**Techniques de l'ingénieur : Armor 3D est une jeune start-up du groupe Armor. Quelle est sa spécificité ?**

**Pierre-Antoine Pluinage :** Le groupe Armor a été créé en 1922 et est spécialisé dans la formulation des encres. Armor 3D est une start-up créée en 2016. La naissance de cette activité s'appuie sur le principe de collecter les cartouches vides de nos clients et de les recycler sous forme de matières premières secondaires. Dans cet esprit, nous avons mis en place un procédé de démantèlement de ces cartouches afin de créer des filaments pour l'impression 3D. Notre gamme de filaments issus de la réutilisation de déchets plastiques s'appelle OWA. Nous avons aussi mis en place une offre de collecte des déchets de nos clients en vue de leur recyclage. Nous récupérons les objets imprimés en 3D, mais aussi les filaments et les bobines vides. Ce service est offert à tous les clients de nos consommables OWA et rencontre un véritable succès puisque 80% des impressions 3D de nos clients servent à faire du prototypage.

Au départ, nous récupérons le polystyrène noir des coques de cartouches. Nous sommes ensuite allés voir des fabricants de pots de yaourts pour récupérer leur polystyrène blanc, apte au contact alimentaire. Ensuite, nous sommes allés voir les recycleurs de chaussures de ski pour récupérer du TPU ; puis, du PLA recyclé. Utiliser de la matière recyclée pour fabriquer du filament est un procédé complexe, mais comparativement à d'autres matériaux de

même qualité, notre offre n'est pas forcément plus chère. En France, nous sommes le plus gros acteur sur ce segment. La part des plastiques recyclés dans les filaments du marché n'est pas supérieure à un pour-cent. Il y a tout à faire ! Sur l'ensemble des plastiques utilisés dans le monde, les filaments représentent encore un faible marché, mais il augmente de 30% en moyenne par an. Il faut donc bien prendre en compte cette problématique.

**E.T.I : N'est-il pas difficile de recycler un objet 3D ?**

**P-A.P :** Comme je l'ai précisé, 80% des impressions 3D servent à faire du prototypage. Et dans 90 % des cas, les prototypes ne présentent qu'une seule couleur. Les trois couleurs les plus utilisées sont le blanc, le noir et le gris. Nous avons très peu d'impressions multi-matières et multi-couleurs, ce qui simplifie le recyclage.

En revanche, nous savons que cela va se complexifier avec les nouveaux matériaux qui arrivent sur le marché. Il faudra donc mettre en place de nouveaux équipements automatisés pour séparer ou recycler ces matières. En avril, nous commençons pour cela un programme avec l'ADEME, dans le cadre de l'appel à projets Orplast 2. Son but est de réfléchir à mieux collecter et [séparer les déchets plastiques en vue d'en faire des filaments de qualité](#).

**E.T.I : Pour lutter contre l'obsolescence programmée, vous avez développé l'enceinte OWA. En quoi consiste-t-elle ?**

**P-A.P :** L'enceinte OWA est un projet collaboratif qui a récolté plus de 77.000 € sur [Kickstarter](#) en début d'année. Nous avons travaillé avec des designers, des électroniciens et des acousticiens pour développer une enceinte bluetooth personnalisable. Sa cloche extérieure est imprimée en 3D et toutes ses parties en plastique sont recyclées et recyclables. Cette enceinte est facilement démontable

et réparable pour aller à l'encontre de l'obsolescence programmée. La partie extérieure sera la seule personnalisée et imprimée en 3D. Nous allons désormais industrialiser et distribuer cette enceinte à destination des entreprises, des chambres d'hôtels et des salles de réunion.

Nous démarrons actuellement un nouveau projet interne sur l'impression 3D et utilisant des films photovoltaïques organiques, une technologie phare du groupe Armor.

**Propos recueillis par Matthieu Combe, journaliste scientifique**

28/03/2018

# QUELS MATÉRIAUX POUR QUELLES APPLICATIONS ?

*Difficile de s'y retrouver dans l'ensemble des matériaux utilisés en impression 3D par dépôt de filaments fondus. Petit tour d'horizon et quelques conseils pratiques pour choisir vos filaments.*

Pour faire une bonne **impression 3D**, plusieurs critères sont à considérer. S'il faut une bonne imprimante, un bon modèle numérique et un bon profil d'impression, il faut surtout savoir choisir son **matériau**. En effet, chaque matériau a ses propres forces et faiblesses. Simplify3D, le leader mondial des logiciels commerciaux d'impression 3D a publié un **Guide des matériaux d'impression 3D** pour faciliter le choix des filaments et optimiser leurs utilisations.

Après plus d'un an de recherche et développement en relation étroite avec plusieurs centaines de fabricants d'**imprimantes 3D**, ce guide explore une douzaine de filaments, les plus populaires utilisés aujourd'hui. Il comprend des fiches pour chaque matériau, et des conseils d'experts pour améliorer les résultats pour chacun d'entre eux. Un **tableau comparatif** permet en un coup de d'oeil de comparer les propriétés physiques et mécaniques (dureté, rigidité, densité, etc.) de chacun d'entre eux.

## Choisir son filament d'impression 3D

Chaque machine a ses spécificités et n'accepte pas tous les filaments disponibles sur le marché. Chaque imprimante demande par exemple un diamètre de filament précis. Le matériau de la buse d'impression influe également sur le type de filament à privilégier. Enfin, la température maximum de l'extrudeur de l'imprimante est à considérer puisque chaque filament fond à une chaleur plus ou moins élevée.

Le choix du filament dépend en plus des impressions que l'on souhaite réaliser, que cela soit d'un point de vue mécanique, d'usage ou tout simplement esthétique. En effet, si

vous souhaitez obtenir une pièce solide et résistante aux chocs, privilégiez plutôt des filaments de polycarbonate ou de l'ABS. En revanche, si vous voulez un objet flexible ou semi-rigide, il existe des matériaux à base de TPU ou TPE qui vous permettront d'obtenir des pièces que vous pouvez facilement déformer. Si votre filament est en contact alimentaire, choisissez du PETG. En fonction des matériaux utilisés, le rendu de l'objet sera enfin différent : mat, brillant, rugueux, translucide...

## Quels sont les matériaux les plus utilisés ?

Les filaments utilisés en imprimante 3D sont pour la plupart des plastiques. Le PLA, fabriqué à base de maïs ou de canne à sucre, représente de loin le plastique le plus utilisé dans les filaments. On trouve ensuite plusieurs autres matériaux, à base de produits fossiles. On citera pêle-mêle : l'ABS, le nylon, le polypropylène, le polystyrène et le polyéthylène téréphtalate glycolisé (PETG).

Il y a aussi des matériaux techniques, renforcés avec du carbone, du bois, des métaux, pour améliorer les propriétés mécaniques et de résistance à la chaleur. Ces matériaux répondent, sur mesure, aux besoins spécifiques et techniques des industriels.

**Avis d'expert : Pierre-Antoine Pluvivinage, Directeur du développement d'Armor 3D : Des matériaux de plus en plus techniques pour de nouvelles applications.**

Pour les industriels, nous caractérisons nos matériaux sur les objets imprimés et non pas sur les filaments bruts. Les industriels ne s'intéressent pas forcément au filament mais plutôt aux applications qu'ils pourront donner à l'objet final. En effet, même pour un matériau identique, il va y avoir des qualités différentes en fonction des fournisseurs et donc des résultats différents.

Le PLA représente près de 80 % du plastique utilisé dans

les filaments, devant l'ABS. De nouveaux matériaux qui répondent à de nouveaux usages sont en train d'arriver sur le marché. L'ABS est en recul, au profit de ces nouveaux matériaux. Mais le PLA a encore de belles années devant lui pour le prototypage. Nous développons des matériaux techniques sous la gamme Armor 3D. Ces matériaux répondent, sur mesure, aux besoins d'usage des industriels. Nous développons désormais des filaments métaux et nous nous lançons sur les poudres polymères. En effet, la technologie à base de filaments est la plus répandue, mais la poudre polymère monte en puissance. Nous avons d'autres matériaux, à base d'ABS ou de PETG chargés en carbone ou kevlar, pour répondre à des besoins spécifiques et techniques. Nous espérons que nous pourrions intégrer prochainement du recyclé dans les matériaux techniques pour être en phase avec le principe d'économie circulaire.

**Par Matthieu Combe, journaliste scientifique**

28/03/2018

# L'IMPRESSION DE PIÈCES DÉTACHÉES CHERCHE SON MODÈLE

*Dans la lutte contre l'obsolescence, la fabrication additive est perçue comme une solution innovante pour la production de pièces détachées et la réparation. Cette démarche se développe timidement, car les contraintes et les interrogations sont nombreuses.*

Réputée pour le prototypage et la production de pièces personnalisées ou complexes en petite et moyenne série, la fabrication additive se voit au fil du temps accorder un nouveau mérite : la confection de pièces de rechange, à des fins de remplacement de pièces défectueuses ou usées, empêchant le bon fonctionnement de mécanismes ou d'appareils complets. L'impression 3D deviendrait un facilitateur de la réparation, «*maillon essentiel de l'économie circulaire*» selon le [rapport de l'Ademe](#) publié en juin 2017 sur le thème. Car réparer, c'est allonger la durée d'usage des produits et réduire leurs impacts environnementaux, écrit-on dans ce même rapport.

Les deux initiatives les plus importantes en France sont à mettre au crédit du distributeur Boulanger et de l'industriel Seb, spécialiste de l'électroménager. La plateforme web Happy 3D de Boulanger, née le 1er juin 2016, a pour objectif de centraliser des fichiers 3D de pièces détachées et de les rendre accessible à tous. «*Notre base contient aujourd'hui environ 500 modèles, de marque propre (EssentielB, Listo et Miogo, NDLR) ou internationale, détaille François Longin, chef de projet Happy 3D chez Boulanger. Il s'agit de pièces de type électrodomestique : poignée de réfrigérateur, trappe de télécommande... Elles sont imprimées exclusivement en plastique et peuvent être changées par l'utilisateur lui-même, sans qu'il ait à ouvrir l'appareil, car ce sont uniquement des pièces externes, non prévues pour le contact alimentaire.*»

Puisqu'il est question d'autoréparation, le service après-vente de Boulanger n'est pas impliqué. La fabrication de la pièce est confiée à l'utilisateur lui-même, s'il détient une imprimante 3D, ou à Freelabster, le partenaire de Boulanger. Le distributeur joue l'intermédiaire entre les particuliers et la communauté des «makers», qui compte 2000 personnes. Les fichiers sont distribués en open source et Boulanger n'engrange aucune recette, s'engageant même à modéliser gratuitement les pièces de ses propres marques absentes de la base. «*Il n'y avait pas d'enjeu économique*» ajoute François Longin. Ce projet est d'abord l'occasion pour l'entreprise de promouvoir une étiquette éco-responsable auprès de clients actuels ou potentiels.

## Remplacer des pièces qui n'existent plus

Un nombre croissant de consommateurs sont en effet sensibilisés à la sauvegarde de la planète. D'autres, plus pragmatiques, sont soucieux avant tout de préserver leur porte-monnaie et de prolonger l'usage de leurs équipements autant que possible. Le contexte législatif est de surcroît propice, en témoigne dernièrement la loi «Hamon» de 2014, votée pour favoriser la réparation. Ce sont autant d'opportunités pour le groupe Seb, qui a inauguré le label «Produit réparable 10 ans» en septembre 2016. L'impression 3D, déjà employée sur de nombreux sites internationaux pour le prototypage, est mise à contribution au début de l'année 2017 pour la production de pièces de rechange.

«*Nous avons réalisé deux investissements pour le service après-vente sur notre site logistique de **Faucogney-et-la-Mer** (Haute-Saône), précise Nathalie Pécou, chef de projet fabrication additive pour le groupe Seb. Ce site stocke l'ensemble des pièces détachées pour les marques du groupe (Calor, Moulinex, etc. ndlr), soit plus de 30000 références. Avec notre engagement de réparation pendant dix ans, des situations de sous-stock peuvent affecter des produits très*

anciens. Ces deux imprimantes 3D exploitant un procédé polymère assurent l'approvisionnement quand les pièces conventionnelles et leur moule ne sont plus disponibles.»

((((Légende Seb imprimante 3D))))

Le projet n'est pas encore entré dans une phase industrielle. «Pour le moment, **nous testons l'impression 3D** auprès de nos consommateurs, au travers de notre réseau de réparateurs agréés, poursuit Nathalie Pécoul. **Nous limitons cette expérimentation à la France pour le moment, afin d'obtenir un meilleur suivi des consommateurs.** La pièce de rechange n'a pas toujours le même aspect que l'objet original, par exemple. Elle est toutefois systématiquement validée par nos équipes d'ingénieurs.»

Quelques entreprises locales, semblables à des réparateurs de proximité, avaient anticipé la tendance. Micro-entrepreneur dans les Côtes d'Armor et ancien prestataire de service dans le petit bricolage, Sébastien Rannou monte son affaire, Rannou 3D, dès 2015. Equipé aujourd'hui de quatre imprimantes 3D, il modélise et produit des pièces en plastique à destination des particuliers et des professionnels. Il insiste sur l'équation économique : «Je réalise de moins en moins de pièces pour le **petit** électroménager car ce n'est pas assez rentable. Ce sont des petits appareils qui cassent beaucoup et qui n'ont aucune valeur marchande.» Il est vrai que dans les catégories de biens à petit prix, le coût de l'opération et de la pièce n'incite pas à la réparation, mais plutôt au remplacement à neuf.

#### Beaucoup de freins à lever

Les commandes des professionnels ou sortant de l'ordinaire ont l'avantage d'être plus lucratives. «J'ai par exemple imprimé un petit engrenage que j'ai facturé une centaine d'euros. **Cette pièce de rechange a évité le remplacement complet d'un système valant de 3000 à 4000 euros,** poursuit-il. Pour le particulier, les pièces de piscine sont également intéressantes car très chères.» Il se refuse cependant à imprimer tout et n'importe quoi. «Une pièce imprimée en 3D est 25% moins résistante qu'une pièce

moulée par injection, estime-t-il. Je ne travaille pas pour l'aéronautique ou l'automobile, à moins que ce ne soit un simple support de gaine. Grâce à mon passé dans l'automatisme industriel, j'ai acquis de bonnes connaissances mécaniques pour évaluer la **faisabilité** une pièce.»

Redoute-il des poursuites pour contrefaçon ? «Le client a le droit de réaliser la copie d'une pièce au titre de la réparation» rappelle Sébastien Rannou. C'est l'une des craintes exprimées par le secteur de la réparation et rapportée par l'Ademe. L'agence indique cependant que, pour la plupart, «les pièces détachées ne sont ni protégées ni protégeables par les droits de propriété intellectuelle» entre autres arguments en faveur de la réparation. D'autres freins plus significatifs sont relevés, dont le manque de compétitivité (prix de la matière, temps de fabrication...) et l'inadaptation de la technologie (propriétés mécaniques ou thermiques inférieures, etc). De gros progrès techniques sont à attendre avant que l'impression 3D ne devienne un outil de réparation omnipotent et omniprésent.

#### Frédéric Monflier

##### Réparation à haute précision pour moteur d'avion

Dans les filières industrielles à haute valeur ajoutée, les réparations, souvent critiques et onéreuses, n'en restent pas moins profitables car l'appareil ou l'équipement coûte lui aussi très cher. L'industrie aéronautique est un bon exemple : le spécialiste de la réparation de moteur, Chromalloy, se sert de la fabrication additive pour réparer des pièces de turbine Pratt&Whitney. Mieux encore, au bout de quatre cycles de réparation, la durée de vie des pièces (des joints) passe de 10000 à 50000 heures. La technique mise en œuvre fait appel à la déposition de métal par laser, inventée par l'entreprise française Beam.

28/03/2018

# IMPRESSION 3D : UNE INNOVATION DE TAILLE

*L'IMT Lille Douai a présenté une plateforme de fabrication additive dédiée aux pièces de grande taille : LASCALA. Elle permet d'imprimer en 3D des pièces composites de plusieurs mètres.*

Le succès de l'impression 3D, ou fabrication additive, s'explique en partie par trois raisons :

- l'utilisation de **matériaux** de plus en plus performants comme le thermoplastique et maintenant la mousse syntactique, mais surtout le métal dont le marché devrait atteindre 12 milliards de dollars en 2028 contre 3 milliards en 2018 selon les estimations du cabinet IDTechex) ;
- la rapidité de **fabrication** ;
- la maîtrise de différentes techniques.

Résultat, entre 2015 et 2016, les ventes d'imprimantes 3D ont doublé et 455 772 unités auraient été livrées, contre 219 168 un an auparavant, selon une étude réalisée par le cabinet Gartner.

Mais l'impression 3D bute toujours sur la taille des pièces. Une équipe de l'IMT Lille Douai a trouvé une solution en développant LASCALA (Large SCALe pLAstics & composites 3D printing) lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=ZF5E9gUmaxM&feature=youtu.be>. Avec son bras robotisé d'une portée de plus de 2 mètres et une charge maximale de 150 kg, il pourrait fabriquer des pièces pouvant atteindre jusqu'à 5 mètres de longueur, 2 mètres de large et 1 mètre de hauteur. Ces pièces pourraient être fabriquées avec n'importe quel type de matériau polymère et renforcées par des fibres coupées courtes ou continues.

## **LASCALA sur une chaîne de production automobile ?**

Chercheur en matériaux à IMT Lille Douai et en charge de LASCALA, Jérémie Soulestin explique aussi qu'habituellement, "une imprimante 3D superpose des couches planes. Cela entraîne un effet d'escalier sur les bords des pièces. Avec le robot, nous pourrions développer des couches

courbes, limitant cet effet".

Hébergée sur la plateforme d'ingénierie plastique et composites de 7500 m2 du département Technologie et Mécanique des Polymères et Composites, elle permettra à l'IMT Lille Douai d'initier de nouveaux projets de R&D en collaboration avec l'industrie dans les secteurs du transport (automobile, aérospatial...), de l'énergie ou du médical. Mais pour l'instant LASCALA n'est pas encore pleinement « opérationnelle ». Ce devrait être le cas d'ici un an.

L'équipe française devra aussi affronter une concurrence de poids. Les fabricants d'imprimantes XXL sont peu nombreux, mais solides comme l'Américain Stratasys (principal fournisseur mondial de solutions technologiques additives appliquées) et l'Allemand BigRep (fondée à Berlin en 2014, cette start-up est l'un des précurseurs de l'impression 3D FDM très grand format soit 1m3). Il y a aussi le Français Delta 3D, créée en 1976, cette entreprise est spécialisée dans le développement et la fourniture de solutions d'automatisation, de robotique industrielle et de fabrication additive.

**Philippe Richard**

28/03/2018



## POUR ALLER PLUS LOIN

# INFOGRAPHIE : IMPRESSION 3D ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

*L'apport du numérique dans les process industriels n'est pas forcément nouveau. En effet, la conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO) existent dans le monde industriel depuis plusieurs décennies. La FAO est notamment associée aux machines à commandes numériques, qui sont largement utilisées dans le domaine de l'usinage de pièces pour le secteur industriel. En revanche, l'impact potentiel de l'impression 3D sur nos modes de consommation et donc nos modes de vie, est sans précédent.*

L'impression 3D représente un potentiel supplémentaire dans les démarches de développement durable. Elle ne constitue pas à coup sûr une réponse au sujet car cela dépend de sa mise en œuvre et de son développement, notamment par la nature des matières utilisées, la relocalisation des activités, le développement du qualitatif en lieu et place du quantitatif. L'impression 3D peut être un outil, au service d'une population responsabilisée et impliquée dans la préservation environnementale, pour un autre mode de croissance.

[Télécharger la lettre des éditeurs au format PDF](#)

14/12/2017

# 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<sup>e</sup> 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 fabrica-

tion 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

# LA PLASTURGIE S'APPROPRIE LA QUESTION DE L'IMPRESSION 3D

*Face aux mutations de production que l'impression 3D devrait apporter et afin de réfléchir à l'avenir du modèle économique industriel, la Fédération de la Plasturgie et des Composites lance sa Commission prospective sur l'impression 3D.*

La nouvelle **Commission prospective sur l'impression 3D** lancée par la Fédération de la Plasturgie et des Composites aimerait apporter des éléments de réponses aux questions que le secteur se pose. « *L'impression 3D est-elle une alternative à la délocalisation par les avantages qu'elle offre ? Va-t-elle nous conduire à repenser les business model futurs des ? Va-t-on voir notre modèle industriel évoluer vers des fablabs ?* », relève comme exemples Jean Martin, Délégué Général de la Fédération. Cette commission souhaite "construire une vision sur cette technologie et les évolutions qu'elle peut entraîner pour les plasturgistes », résume-t-il.

Cette nouvelle commission souhaite aussi mettre au point des projets pilotes avec des entreprises volontaires. « *D'autres objectifs peuvent apparaître au fil de nos travaux, par exemple le choix de matériaux et machines (aujourd'hui très limité) pour réaliser de l'impression 3D, ou répondre à des inconnues juridiques (droits d'auteur, responsabilités des différents acteurs impliqués dans la chaîne de production...* », précise le Délégué Général de la Fédération.

Cette commission réunira des industriels (dirigeants, responsables R&D), ainsi que des experts de grands centres scientifiques français (Mines, CEA...), afin d'être en prise avec la réalité du terrain, mais aussi d'être en pointe sur le sujet. « *Cela nous permettrait de nous propulser parmi les leaders européens voire mondiaux de l'impression 3D* », espère Jean Martin. Côté calendrier, le groupe de travail étudiera en profondeur le sujet et construira sa vision jusqu'à fin 2015. Dès 2016, les premiers projets pilotes ver-

ront le jour et la Fédération diffusera son travail sur la vision développée au sein de ses entreprises.

## Quels nouveaux business models imaginer ?

Aujourd'hui, avec la possibilité de prototypage rapide, la réalisation de pièces en petites séries et les fonctionnalités qu'elle apporte, l'impression 3D bouleverse les habitudes de production. Mais, « *le sujet n'est pas encore assez mûr pour répondre en détail sur son impact réel en termes de business pour nos entreprises, d'autant plus que l'impression 3D évolue rapidement* », prévient Jean Martin. « *Ce que nous pouvons dire à ce stade, c'est que l'impression 3D mêle notamment : des caractéristiques de production (rapidité, personnalisation, mais limitée à la petite série), le numérique, une adoption a priori facile et rapide pour un usage basique, mais qui requiert un savoir-faire de plasturgiste dès lors qu'il faut travailler plus avant sur le choix de matériau et de structure* », ajoute-t-il. Ainsi, « *les business existants qui correspondent à ces caractéristiques sont susceptibles de l'adopter très vite. Et de nouveaux peuvent être créés sur cette base. L'important pour un plasturgiste est d'envisager cette activité comme une activité en soi, et non pas comme un business additionnel à son activité classique* », conclut-il.

## Pourquoi une telle commission ?

« *L'impression 3D est évidemment un horizon de la plasturgie : globalement, l'impression 3D consiste majoritairement à transformer des matières plastiques, c'est donc une activité de plasturgiste* », rappelle Jean Martin. La Fédération de la Plasturgie et des Composites représente le secteur de la transformation des matières plastiques, de la conception à la fabrication de produits en matière plastique. Elle rassemble et représente plus de 3 800 entreprises, principalement des PME, et définit la politique professionnelle de la branche. Elle ne pouvait donc pas passer à côté de

ce sujet. « *Un de nos rôles premiers de fédération est de mener la prospective de notre secteur, et de veiller à ce que nos entreprises soient préparées le mieux possible aux évolutions futures* », explicite Jean Martin.

L'impression 3D touche désormais tous les secteurs : automobile, aéronautique, électroménager, médical, bricolage... Certains de ces secteurs ont aussi récemment des commissions 3D, à l'instar du Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS). « *Comme l'impression 3D est une activité de plasturgiste, nous avons naturellement vocation à échanger avec tous les secteurs intéressés par le sujet, et à faire collaborer nos groupes de travail respectif lorsque le timing sera opportun, c'est-à-dire après la première phase d'appropriation du sujet* », affirme Jean Martin.

**Par Matthieu Combe**

19/10/2014

# STRATI EST LA PREMIÈRE VOITURE FABRIQUÉE EN IMPRESSION 3D

*Local Motors a relevé le défi de fabriquer intégralement une voiture au salon International technology manufacturing show de Chicago en moins de six jours.*

Pari tenu ! A l'occasion du salon IMTS qui s'est tenu à Chicago mi-septembre, une société un peu folle a décidé de fabriquer une voiture complète en utilisant la technique de l'impression 3D. Pour tenir ses objectifs, Local Motors avait préalablement sélectionné le meilleur design, celui de la Strati proposé par Michele Anoe. Le gros avantage réside dans son châssis qui peut être imprimé d'un unique bloc.

Ce projet s'est construit en partenariat avec le Manufacturing Demonstration Facility du département américain de l'Energie (DOE) pour la conception et le Cincinnati Inc pour la fabrication. Ces derniers ont mis à disposition une imprimante 3D de pointe, la Big area additive manufacturing (BAAM), suffisamment grande pour imprimer un châssis de voiture et très rapide pour un délai de réalisation de seulement quelques heures grâce à un taux de déposition de 20kg/h de carbone renforcé de plastique, de l'acrylonitrile butadiène styrène (ABS). L'imprimante a été paramétrée à l'aide de la fabrication numérique directe qui permet de s'affranchir des contraintes liées aux techniques de moulage par injection par exemple.

Débutée le dimanche 6 septembre, il aura fallu moins de six jours pour fabriquer ce véhicule d'un tout nouveau genre et le faire rouler. Seul le moteur électrique a été rajouté. La Strati a donc pu être présentée le samedi suivant, avant la fin du salon.

Les visiteurs ont ainsi pu découvrir la première voiture fabriquée en impression 3D. Cette prouesse technologique prouve une fois de plus la puissance de cette nouvelle technologie incontestablement révolutionnaire.

Découvrez les images impressionnantes de l'impression de la Strati :

Par **Audrey Loubens**, journaliste scientifique

18/09/2014