

Du prototypage rapide à la fabrication additive

SÉVERINE FONTAINE [1]

Hier cantonnée aux bureaux d'études, pour obtenir des prototypes en plastique, l'impression 3D a progressé au point de pouvoir être utilisée pour passer rapidement à la production en petite série. Intérêt : supprimer les étapes d'assemblage, créer des formes jusqu'alors impossibles et personnaliser les pièces.

Utilisée depuis plus de vingt ans pour le prototypage rapide dans les bureaux d'études, l'impression 3D s'est installée plus récemment sur les chaînes de production. Quelques industries, dans le secteur de l'aéronautique, du médical et de l'électronique notamment, ont franchi le pas.

Dans son rapport annuel sur le sujet, l'expert Terry Wohlers a estimé que le marché de cette technologie atteindrait 3,7 milliards en 2015 et 6 milliards en 2019. De plus en plus d'entreprises misent sur cette technologie, qui ne cesse de progresser. C'est notamment le cas de General Electric, qui a investi 50 millions de dollars l'année dernière dans un centre d'impression 3D. Celui-ci est dédié à la fabrication d'injecteurs de carburant pour les moteurs Leap développés par CFM International, sa joint-venture avec Snecma (groupe Safran). Une pièce trop complexe et coûteuse pour être réalisée par les techniques de fabrication traditionnelle. Une autre filiale du groupe Safran, Turbomeca, a également annoncé en janvier avoir équipé son usine située à Bordes (Pyrénées-Atlantiques) d'une imprimante 3D. Pour le moment, les pièces fabriquées ne sont pas les plus critiques du moteur. Elles font partie des éléments fixes de celui-ci.

L'avantage de miser sur les machines d'impression 3D pour réaliser des pièces en petite série ? Accélérer le passage du prototypage rapide à l'industrialisation du produit. Et ce, en repensant complètement des pièces, pour optimiser leur forme et leur intégration, afin d'améliorer les performances ou encore de gagner en légèreté. « Les deux avantages majeurs de l'impression 3D sont la personnalisation au micron près – possible en fabrication traditionnelle, mais trop chère – et la réalisation de formes complexes, comme certains angles ou les corps creux », explique

Mots-clés

prototypage, industrialisation, matière et structure

Mathilde Berchon, spécialiste de l'impression 3D et fondatrice de MakingSociety. La réduction du coût de fabrication est également un avantage, permis par la suppression des étapes d'assemblage (forgeage, conception de moule, soudage, collage, etc.) ainsi que la réduction du gâchis de matériau. Cela concerne particulièrement la production à base de métal, où la perte de matière représente 80 à 90 %. Autre bénéfice : il n'est pas nécessaire de posséder l'outillage, coûteux et susceptible d'allonger le temps de fabrication.

Deux défis à relever : les matériaux et la cadence

Bien que son utilisation commence à se répandre au sein des entreprises, quelques freins subsistent à l'adoption de l'impression 3D. Notamment, la cadence. La vitesse d'impression reste en effet encore trop lente. « Une imprimante 3D fabrique 200 pièces dans l'heure alors qu'en moule on peut en fabriquer 50 toutes les dix secondes », reconnaît Clément Moreau, directeur général de Sculpteo. Autre verrou : les matériaux sont assez limités, même si les progrès sont constants sur ce front. Le fabricant français Prodways tente notamment

Des applications tous azimuts

La fabrication additive fait de plus en plus d'adeptes dans les entreprises, toutes industries confondues. Trois secteurs se montrent particulièrement en pointe sur le sujet.

Dans l'aéronautique, l'impression 3D permet de fabriquer des pièces sur mesure, plus performantes, dans une optique persistante d'allègement des appareils.

Dans le secteur biomédical, elle offre la possibilité de réaliser des dispositifs médicaux, notamment des prothèses, personnalisés et sur mesure.

Dans l'électronique, enfin, elle offre plus de liberté dans la forme des composants plastiques de dispositifs électroniques, comme des protections personnalisées de smartphones ou les grilles des écouteurs, entre autres.



■ Cette prothèse de la hanche réalisée par impression 3D comprend plusieurs matériaux (chrome-cobalt, polyéthylène...).

[1] Article extrait de la revue *Industrie & technologies* n° 974, mars 2015.

Une imprimante 3D pour des pièces de moteur d'hélicoptères

La société

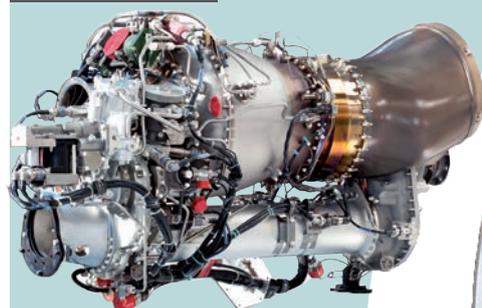
Turbomeca, filiale du groupe Safran, est spécialisée dans la conception de moteurs d'hélicoptères. Elle fabrique un nouveau moteur, l'Arrano, sélectionné pour motoriser le nouveau X4 d'Airbus Helicopters. Le moteur de 1100 à 1300 shp de puissance est destiné aux hélicoptères de 4 à 6 tonnes.

L'outil

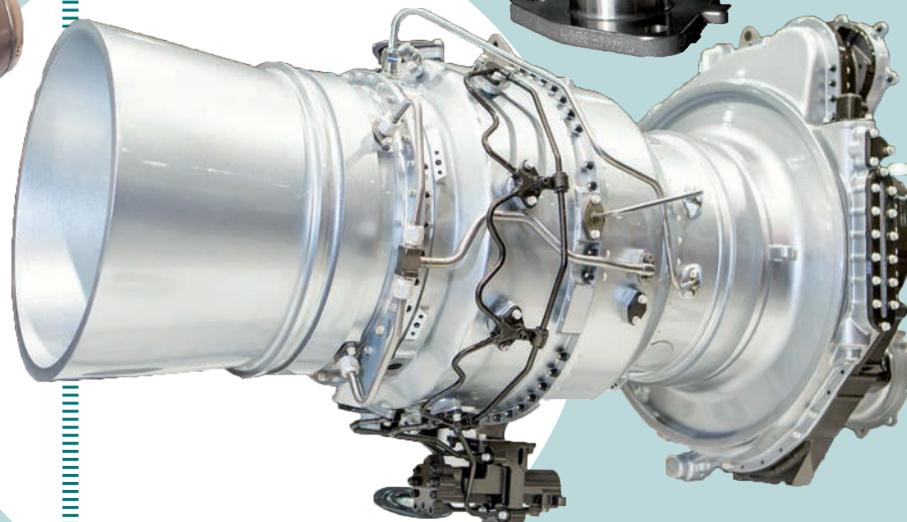
EOSINR M 280, du fabricant EOS, est l'imprimante 3D sélectionnée par Turbomeca pour produire ses composants aéronautiques destinés à la fabrication de moteurs d'hélicoptères. Cette machine utilise la fabrication par frittage laser direct de métal. Elle est équipée d'un laser à fibre de 200 à 400 W, qui fait fondre la poudre métallique couche par couche.



Avant



Après



Injecteur de la chambre de combustion de l'Arrano.

- **La société** utilisait jusque-là des procédés de fabrication traditionnels (forgeage, usinage, fraiseuse 5 axes à commande numérique) basés sur l'enlèvement de matière pour la plupart de ses moteurs, tel que l'Arriel 2N, dernière variante du moteur Arriel.
- **L'injecteur de l'Arriel 2N** est composé d'une douzaine de pièces différentes, nécessitant d'être assemblées.

- **La société** a adopté un procédé de fabrication, par fusion sélective par laser (SLM), pour réaliser les injecteurs de carburant de ses nouveaux moteurs Arrano. Elle consiste à fabriquer par couches successives de 20 à 100 micromètres des pièces métalliques de forme complexe.
- **Le laser** commandé par ordinateur est orienté vers un lit de poudre de superalliage à base de nickel, faisant fondre le métal dans les zones souhaitées. Le matériau reste le même, seule la technique change.
- **La fabrication** ne nécessite pas d'assemblage, l'impression 3D permettant de réaliser la pièce en une seule fois. Elle permet ainsi de gagner en temps et en coût.
- **Les pièces** fixes réalisées par impression 3D sont introduites dans des endroits sensibles du moteur.

d'y remédier, via un partenariat avec le CEA-Liten visant à améliorer les propriétés des matériaux utilisés en impression 3D et à optimiser les procédés de conception des pièces en polymère, céramique et métal.

Autre défi : adapter la fabrication additive à la production en masse, et non plus seulement aux petites séries. C'est ce sur quoi planche 3D Systems, avec son imprimante « High Speed Fab Grade ». Ce prototype de production à haute cadence est capable d'imprimer des pièces polymères 50 fois plus rapidement que les technologies actuelles. Il permettrait ainsi de fabriquer des produits personnalisés en grande quantité. Une capacité qui intéresse Google, notamment pour réaliser les modules de son Smartphone modulaire ARA, et qui pourrait retenir l'attention de beaucoup d'autres industriels.

Recourir à la sous-traitance ou au coworking

Pour accélérer le passage à la phase de production, il n'est toutefois pas toujours nécessaire d'acquérir une imprimante 3D. Les sociétés qui proposent de sous-traiter la fabrication additive sont en effet nombreuses. La société Sculpteo propose ainsi d'allier impression 3D et numérique pour fournir « une usine au bout de la souris », note Clément Moreau. Pour lui, « l'impression 3D permet de se libérer des contraintes de fabrication ». Et d'accélérer l'étape de prototypage.

Au CES 2015, Sculpteo a présenté sa nouvelle technologie de prototypage en ligne baptisée FinalProof. Mais pas question de remplacer le prototype physique pour Clément Moreau. Cette solution consiste avant tout « à gagner encore plus de temps en permettant aux professionnels d'avoir un aperçu précis – au micron près – de la pièce qu'ils souhaitent produire. » Un avant-goût réaliste de ce que ses clients recevront en réel, laissant apparaître les défauts d'une technologie encore imparfaite – comme l'effet de superposition des couches de matériau.

Autre possibilité : recourir non pas à un prestataire, mais à un espace de *coworking*. Fin 2014, un nouveau concept de Fab Lab est né : l'Usine IO. Avec ses 1 500 m² de surface, cet espace de prototypage, fabrication et *coworking* permet de mettre en relation des professionnels dans le but de développer plus rapidement un produit et d'accélérer son passage à l'industrialisation. Et cette structure n'accueille pas uniquement artisans, start-up ou PME. « Dans leur dynamique d'innovation, certains industriels préfèrent envoyer leurs équipes innover à l'extérieur, chez nous par exemple, explique Benjamin Carlu, fondateur de l'Usine IO, plutôt que dans des laboratoires internes nécessitant un budget d'entretien. L'état d'esprit est différent. » Ainsi, ils ont accès à des ressources techniques, dont une machine de prototypage rapide, et à des experts pour développer leur produit. Pas de doute, l'impression 3D fait bouger les lignes. ■

PORTRAIT

Gilles Allory, en tant qu'expert en procédés de production performants et innovants au Centre technique des industries mécaniques (Cetim), accompagne notamment les industriels dans leur démarche d'intégration de la fabrication additive au sein de leur production.



« La fabrication additive complétera les technologies traditionnelles »

La fabrication additive peut-elle encore progresser ?

Gilles Allory : Les technologies de fabrication additive sont très loin de leurs limites, et peuvent encore beaucoup évoluer. Leur champ d'application est multiple. Mais les machines et les technologies ne sont pas encore optimales. On rencontre par exemple un problème de guidage du faisceau d'énergie sur les grandes distances.

de l'unité à quelques milliers d'unités dans des tailles relativement modestes (du 8^e au 1/4 de m³). La fabrication additive ne supplantera pas les technologies traditionnelles de fabrication, mais elle apportera un supplément.

Les industriels sont-ils préparés à cette évolution ?

G. A. : Au sein du Cetim, nous avons remarqué un basculement courant 2014. Avant, les industriels nous contactaient pour une phase d'information dans le cadre d'un projet. À présent, ils connaissent l'intérêt et les limites de la technologie, la faisabilité, le coût, voire les moyens de mise en œuvre. Ils sont déjà bien informés !

Gagnera-t-elle du terrain sur les lignes de production ?

G. A. : Au niveau industriel, aujourd'hui, la technologie n'est pas compétitive pour une production en grande série, ce qui représente un frein pour son adoption massive dans certains secteurs, comme l'automobile. Pour l'instant, on peut fabriquer des pièces