

Les enjeux de l'impression 3D et l'évolution vers l'usine innovante et l'impression 4D ?

par Béatrice Ehrwein et Laurent Archambault, de Selene Avocats.

LES OPPORTUNITÉS DE L'IMPRESSIION 3D.

Même si cette révolution n'en est encore qu'à ses débuts dans l'aéronautique, dont les longs processus de validation et de certification ont ralenti l'émergence de l'impression 3D (comparé à d'autres secteurs comme la joaillerie ou encore la médecine), il est désormais possible de penser qu'un « appareil imprimé » pourrait voir le jour ! La construction de pièces par usinage entraîne une déperdition de matière, alors que l'impression 3D permet de réduire, de manière importante, ce poste de

dépense. La réalisation de pièces devenant moins onéreuse, les sociétés de l'aéronautique n'auront plus à investir dans des prototypes très coûteux.

L'impression 3D permet aussi de travailler le design et la structure des éléments entraînant alors un allègement du poids des pièces et donc de l'aéronef tout entier (et par la même occasion une réduction de la consommation de carburant). Ce procédé d'impression 3D permet également de ne plus être contraint de fabriquer des outils longs et onéreux comme les moules de fonderie, d'éviter l'usure des outils d'usinage et de se dégager de toute contrainte de coulabilité du matériau dans les moules.

Selon Dassault Systèmes, « on arrive à une rupture : il est désormais possible de créer des pièces impossibles à faire en métallurgie classique. » Ou tout simplement parce que les méthodes traditionnelles et la résistance du métal n'arrivent pas à les produire.

C'est notamment le cas des pales courbées du H160, l'un des hélicoptères phares d'Airbus. Avec une moindre résistance à l'air, ces pales améliorent la portance et réduisent considérablement le bruit dans l'habitacle et la consommation de carburant. La fabrication additive permet également l'utilisation de matériaux polymères qui se déforment sous l'impulsion d'un courant électrique.

C'est également le cas du Boeing 787 Dreamliner, qui volera avec des pièces en titane imprimées en 3D. Son fournisseur Norsk Titanium en a fait l'annonce dès 2017. L'agence aéronautique américaine (FAA) homologue le procédé pour la première fois. Selon certaines sources, l'avionneur pourrait économiser entre 2 et 3 M\$ (1,9 à 2,9 M€) par appareil à partir de 2018-2019.

LES ÉDITEURS DE LOGICIELS RÉPONDENT PRÉSENTS, DE LA CONCEPTION À LA MAINTENANCE DES AÉRONEFS.

L'intérêt aéronautique pour la fabrication additive suscite les convoitises et les rêves. Qu'ils s'appellent Autodesk, Addup, Dassault Systèmes, avec notamment le logiciel SolidWorx, Safran, Stratasy (qui depuis le mois de février 2018, s'associe

à Dassault Systèmes pour rejoindre Easton LaChappelle et participer à l'initiative Unlimited Tomorrow, consistant à développer et produire des bras imprimés en 3D), PTC ou Thales, tous les éditeurs de logiciels imaginent l'aéronef de demain conçu et réalisé entièrement en 3D, avec des logiciels capables de suggérer automatiquement aux ingénieurs de nouvelles évolutions de pièces pour mieux s'intégrer à l'existant. Certains indiquent déjà les meilleurs endroits où joindre deux pièces, et le but est donc d'améliorer les algorithmes pour y intégrer les contraintes propres à l'aéronautique. Il s'agit également d'intégrer directement les pièces ainsi conçues dans les logiciels de maintenance ou de formation pour obtenir des résultats plus réalistes et adaptés à la vie de l'appareil.

LA FABRICATION ADDITIVE ET LE MARCHÉ DE LA MRO, SUR FOND DE CERTIFICATION.

Les techniques d'impression en 3D permettent aux entreprises du secteur maintenance et réparation de répondre de manière plus rapide et adaptée à deux situations :

- la fabrication de pièces en échange standard sur demande ;
- la fabrication directe d'éléments de remplacement pour les flottes vieillissantes.

Cependant, cette appropriation de l'impression 3D par le domaine aéronautique rencontre une limite majeure. En effet, même si le transport aérien s'est énormément démocratisé, le fait de faire voler un avion n'a

rien d'anodin et présente, par rapport aux modes traditionnels (train et voitures) des risques particuliers (changements fréquents de pression et de température, pressurisation, fatigue et déformation des matériaux, foudre, risque aviaire, panne d'équipements et/ou de moteur, facteur de charge et décrochage éventuel, risque d'incendie, facteurs humains, etc.).

Ainsi, en raison des risques inhérents au transport aérien, le principe est que tous les éléments composants un avion sont et doivent être dotés d'une certification appropriée plus ou moins contraignante ; à titre d'exemple, la certification de l'A350 est un très lourd processus qui aura duré cinq ans, représentant environ 20 % du coût de programme de développement.

Concrètement, chaque matériau utilisé et chaque mode de production d'un composant doivent être préalablement contrôlés et approuvés par des autorités telles que la FAA ou l'Aesa. Si une pièce non certifiée venait à être la cause d'un dysfonctionnement et que cela causait un dommage, alors la responsabilité de la société qui a fabriqué la pièce, voire celle du fabricant de l'imprimante 3D, pourrait être engagée.

LES PROBLÉMATIQUES JURIDIQUES DANS L'IMPRESSIION 3D.

De nombreuses imprimantes 3D coûtant entre 300 et 20000 euros, il est désormais possible pour un grand nombre de personnes de s'en procurer une pour un usage personnel. Cependant, outre les difficultés techniques éventuelles, est-il possible de tout fabriquer légalement avec ces imprimantes ?

Pour éviter que « démocratisation rime avec contrefaçon », il est essentiel d'encadrer juridiquement toute la chaîne des intervenants, du fabricant de l'imprimante à l'utilisateur final de l'objet en passant par le

concepteur. La vraie question qui se pose est celle de savoir si le droit de la propriété intellectuelle en vigueur assure cette protection aux différents acteurs ou bien s'il faudra créer un droit sui generis pour les impressions 3D.

Aujourd'hui, ces œuvres sont couvertes par des droits de propriété industrielle, intellectuelle ou encore des droits d'auteur ; par conséquent, aucune reproduction non autorisée ne serait possible et le contrefacteur s'exposerait à de lourds dommages-intérêts dans le cas où l'exploitation de la pièce contrefaite interviendrait à des fins commerciales.

Mais est-ce que ce dispositif répondra à toutes les nouvelles problématiques ? A qui appartient un objet initialement conçu par une personne, modélisé sous forme numérique par une autre et finalement imprimé par une troisième ? La personne qui a conçu l'œuvre et celle qui l'a modélisée sous forme numérique peuvent-elles être considérées comme coauteurs d'une œuvre commune au titre du droit d'auteur ? Si l'objet imprimé répond aux conditions de protection par le droit d'auteur, peut-on qualifier ces deux mêmes individus de « coinventeurs » ?

En pratique, en cas de dysfonctionnement d'une pièce 3D, pourra se poser la question de la responsabilité des fabricants qui est centrale pour la fabrication additive (responsabilité des produits défectueux, responsabilité élargie du producteur, etc.). Par analogie avec le domaine musical (marqué par une révolution résultant de la musique téléchargeable), la protection de tous les acteurs va conduire à la mise en place d'un certain nombre de normes de qualité qui vont s'imposer aux industriels.

Notons la question capitale de la traçabilité ou du « marquage particulier » permettant d'identifier les objets/outils qui apportent un premier niveau de réponse :

- la norme internationale ISO 12931, au développement de laquelle l'Afnor a fortement contribué depuis l'origine en 2009, aide les entreprises à mieux protéger leurs produits, car elle leur apporte une méthodologie et des critères pour évaluer et mettre en œuvre les différentes solutions d'authentification d'une pièce ;

- par ailleurs, la société Microtrace propose une solution de marquage consistant à insérer dans les objets des particules invisibles à l'œil nu ;
- enfin, la société

Bayer Technology Services propose une technologie d'identification, ProteXXion, attribuant aux objets une empreinte digitale unique.

On l'aura compris : l'utilisation de cette technologie soulève des questions importantes sur le plan juridique, qui nécessiteront l'adoption de montages contractuels spécifiques à l'impression 3D.

VERS UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE D'IMPRESSIION 4D/VERS L'USINE INNOVANTE ?

Alors que l'impression 3D est en plein essor et investit l'industrie, une nouvelle technologie voit déjà le jour : en donnant naissance à des objets imprimés qui se transforment après fabrication en réaction à des stimuli externes. L'apport principal de la 4D est la dimension temporelle qui y est ajoutée. La structure et les matériaux utilisés devront pouvoir s'adapter et prendre une autre forme lorsqu'ils seront placés dans certaines conditions (exposés à la lumière, la chaleur, l'eau, etc.).



Les contours des objets créés ne seront donc plus fixes, mais à géométrie variable dans le temps, selon des paramètres prédéfinis. Les opportunités de cette technologie sont très larges, il est dès lors possible d'imaginer des ailes d'avion qui adaptent leur aérodynamisme en fonction des conditions de vol. Ou encore un appareil dont les pièces « s'autoassembleraient » à l'image des meubles Ikea qui se monteraient tout seul en s'autoassemblant, comme le quotidien britannique *Daily Mail* l'imagine.

Dans un autre registre, l'armée des Etats-Unis s'intéresse de près à cette technologie en imaginant la mise au point de combinaisons de camouflage s'adaptant à l'environnement et aux impacts, y compris en matière aéronautique. Pour cela, l'armée américaine s'investit en amont et fournit des fonds pour la recherche de l'impression 4D (elle a déjà versé plus de 855 000 dollars à des chercheurs de la Harvard School of Engineering & Applied Sciences, de l'Université du Massachusetts et de celle de Pittsburgh).