



programme de travail partenarial 2014

## Enjeux de l'impression 3D dans l'industrie

Opportunités et menaces pour les industriels Nord franc-comtois

septembre 2014

L'impression 3D ou la fabrication additive, existe depuis les années 1980 et s'est déjà fait une place dans un certain nombre d'entreprises. Récemment, avec l'expiration de brevets clés, elle devient de plus en plus accessible. Les applications vont aujourd'hui de l'industrie – automobile, aéronautique, spatial, aux biens de consommation courante, à la visualisation de projets, la vérification d'ergonomie pour l'architecture, ou les études de design. Vu sa notoriété relativement récente, depuis 2013 l'impression 3D attire de plus en plus d'efforts de recherche et d'investissements.

Ces procédés sont complémentaires des procédés conventionnels dits soustractifs, où il s'agit de creuser un bloc de métal à l'aide d'un outil de coupe au lieu d'un faisceau laser, outil piloté suivant la trajectoire issue d'un programme de commande numérique déduite de la CAO de la pièce.

Pour comprendre l'étendue du marché de la fabrication additive et les enjeux de sa dynamique, une vue d'ensemble de la chaîne de valeur et des secteurs directement impactés est nécessaire.



## Filière de la fabrication additive

La chaîne de valeur de la fabrication additive est basée sur la numérisation, et centrée sur l'impression 3D.

Figure 1



Figure 1. Chaîne de valeur de la fabrication additive

Dans un environnement de fabrication additive, la conception d'une pièce débute par la maquette numérique : la création du modèle 3D à l'aide d'un logiciel (CATIA, Pro/ENGINEER, ...) ou l'acquisition du modèle 3D avec un scanner 3D.

L'étape suivante, réalisée par le logiciel de l'imprimante, consiste à découper l'objet en une multitude de couches d'épaisseur fixe, plus ou moins fines (de quelques microns à quelques millimètres). Par superposition de couches, les imprimantes transforment les fichiers en pièces détachées.

En fin de cycle on retrouve souvent des phases manuelles de post-production pour obtenir le bon niveau de finition.

La filière de l'impression 3D gravite autour des fabricants d'imprimantes 3D mais de nombreux acteurs sont impliqués.

Figure 2

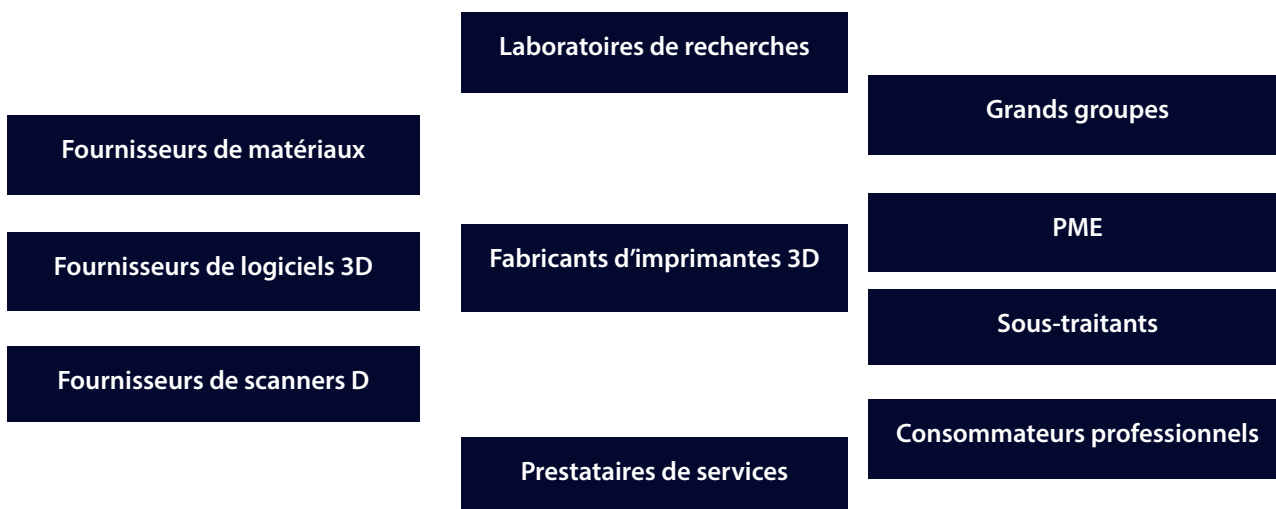


Figure 2. Filière de la fabrication additive

Il n'est pas rare de constater que certaines entreprises se positionnent sur plusieurs créneaux, par exemple des fabricants d'imprimantes qui sont aussi des prestataires de service ou des laboratoires qui font aussi de la sous-traitance.

## Acteurs de la fabrication additive dans l'Aire urbaine

Sur le territoire de l'Aire urbaine Belfort - Montbéliard on trouve trois acteurs de cette filière, positionnés comme sous-traitants : Cresilas, BV Proto et le laboratoire LERMPS de l'UTBM.

## Marché global et marchés sectoriels de l'impression 3D

Le marché de l'impression 3D est notamment celui des imprimantes 3D (processus de fabrication additive, équipements et logiciels), des matériaux et des services connexes.

C'est un marché jeune. Il a triplé en trois ans, entre 2010 et 2013, selon le Wohlers Report 2014. Le marché mondial global a été évalué à environ 3,07 milliards de dollars dans le monde en 2013.

Cette croissance est surtout une croissance de volume, car les prix ont généralement une tendance à la baisse (plus marquée pour les imprimantes grand public que pour les imprimantes professionnelles ou les matériaux).

Un nombre croissant de secteurs est impacté par l'utilisation de cette technologie : BTP, automobile, aéronautique, médical... Aujourd'hui, la joaillerie, les métiers du prêt-à-porter, du jouet, de l'agroalimentaire, de l'armement ou de la fonderie sont également concernés.

### Principaux marchés sectoriels de la fabrication additive

Cette classification est faite en fonction des secteurs industriels qui utilisent le plus l'impression 3D : aérospatial, automobile, agroalimentaire, santé, joaillerie, jouets, ...

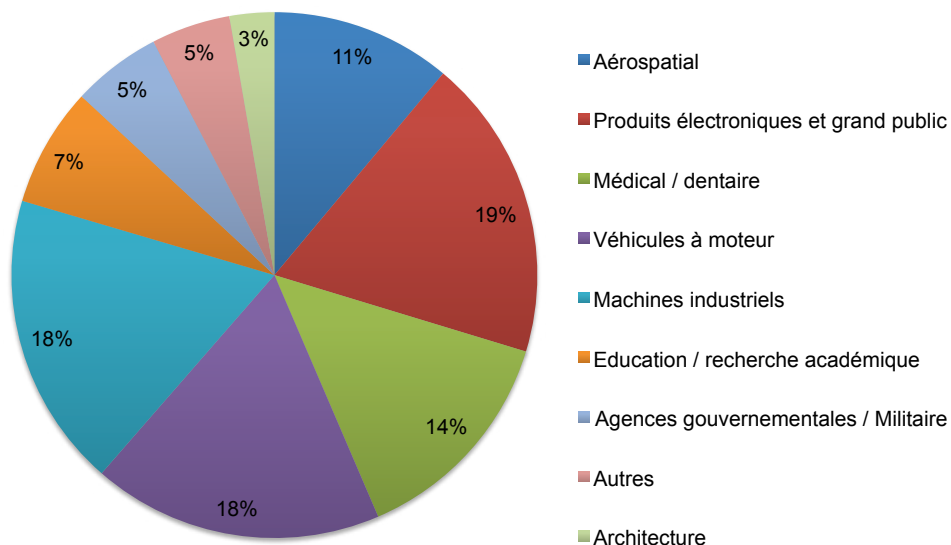
En 2014, dans l'industrie, l'impression 3D est employée pour répondre à quatre besoins distincts :

- **substitution** « simple » des procédés de fabrication conventionnels, avec une production à l'identique, mais délocalisée ou plutôt relocalisée plus proche des donneurs d'ordres et des chaînes d'assemblage, voire même internalisée à l'entreprise dans certains cas,
- production permettant une **amélioration** conséquente des pièces produites, plus légères, plus résistantes, plus simples (monobloc), moins coûteuses. GE Aviation a ainsi déclaré vouloir produire les pièces en métal de ses injecteurs de carburant.

- production permettant de réaliser de **nouvelles pièces** complètement inédites, aux géométries impossibles à réaliser avec les procédés conventionnels,
- **réparation** sur des pièces endommagées ou remplacement de pièces datées, dont la production en série est terminée et/ou n'existant plus en stock, ou pour des travaux sur mesure sur de petites séries, à partir du fichier numérique.

En 2013 les différentes applications de la fabrication additive étaient réparties comme suit :

Secteurs d'utilisation de la fabrication 3D





## Aérospatial

C'est notamment dans l'industrie aéronautique que les conditions d'une utilisation intensive de l'impression 3D en production sont réunies. Dans ce secteur, pour des raisons de matériaux (métal) et de résistance équivalente, les principales technologies sont la fusion laser et la fusion par faisceau d'électrons. Les avantages sont des gains de productivité, de poids et de temps.

Les applications peuvent être classées en deux catégories :

- Satellites : pièces uniques ou petites séries. Dans le domaine des technologies de fabrication additive, Airbus Defence and Space (Airbus Group) peut se prévaloir d'être parmi les premiers fabricants de satellites à avoir mis en orbite géostationnaire une pièce de fixation en alliage de Titane Ti6Al4 impression 3D, sur le satellite de télécommunication Atlantic Bird 7 en 2011.

## Automobile

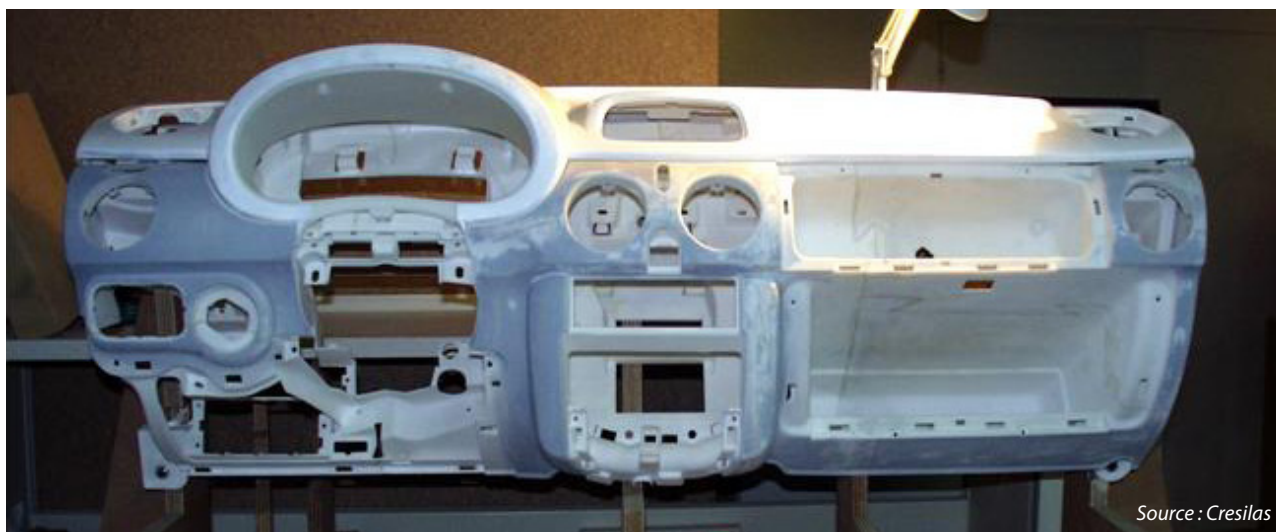
Pour le moment, le secteur utilise cette technologie pour les prototypes (R&D). Mais bientôt, des pièces de rechange pourraient être également « imprimées ».

Exemple Ford : les ingénieurs ont réussi à réduire les délais de prototypage de 16 semaines à seulement quelques jours et parfois quelques heures pour certaines pièces. Les ingénieurs du groupe ont recours à plusieurs technologies de fabrication additive, dont la plus ancienne appelée stéréolithographie, mais aussi à des procédés de frittage sélectif de poudre ou de dépôt de filament plastique. Ford utilise également un procédé plus récent pour fabriquer des moules à base de sable qui serviront à réaliser des pièces en métal. Le site de Dearborn Heights aux US, un des 5 centres de prototypage de Ford dans le monde, comprend ainsi 14 imprimantes 3D industrielles qui réalisent à elles seules jusqu'à 20 000 pièces par an, soit un total de 100 000 pièces fabriquées sur ses 5 centres de R&D. Le groupe Ford a aussi choisi d'équiper certains de ses ingénieurs travaillant sur des prototypes de voitures avec des imprimantes 3D personnelles.

- Avions : pièces plus légères. Airbus utilise déjà l'impression 3D pour réaliser des composants plastiques de ses futurs modèles A310 et A350 XWB. Certains composants des ailes, de la queue de l'avion et des charnières de porte ont également été réalisés en métal à partir de cette technique. Sur le site Airbus de Hambourg les imprimantes 3D permettent aussi de produire différentes pièces détachées métalliques pour toute la gamme d'avions avec à la clé des gains de productivité, de poids et de temps de l'ordre de 70 à 80 %. (Peter Sander du bureau Technologies et Concepts émergents chez Airbus). Le premier vol commercial avec des pièces métalliques imprimées 3D est prévu pour 2016. Quant à la fabrication en série de ces pièces, soit 30 tonnes par mois, elle pourrait débuter dès 2018.

Des voitures complètement imprimées en 3D sont déjà une réalité. Local Motors a remporté en 2014 un concours visant à proposer la première voiture intégralement imprimée en 3D, et une réalisation du véhicule sera présentée à l'IMTS (International Manufacturing Technology Show) en septembre 2014. La voiture dispose d'un toit escamotable, et sa carrosserie peut être imprimée d'un seul bloc. Les sièges amovibles peuvent être personnalisés lors de l'impression : couleurs, revêtement, forme, ergonomie... Certaines parties seront en carbone ou en aluminium pour assurer plus de rigidité à l'ensemble.

Le concours a permis de mettre en évidence le gain de temps de ces nouvelles techniques de conception et de réalisation : là où il fallait parfois plusieurs années pour réaliser un concept, il n'aura fallu que 6 semaines aux participants pour avoir un prototype roulant.



Source : Cresilas

## Agroalimentaire

L'imprimante 3D est encore perçue comme un gadget dans l'industrie agroalimentaire. La technologie est en revanche déjà bien implantée dans les domaines de la chimie et de la santé. Les avantages principaux sont la simplification de l'acte de fabrication, la personnalisation des aliments et la délocalisation de la fabrication (industrielle ou artisanale).

## BTP

Pour ce secteur aussi les applications peuvent être classées en deux catégories : architecture (cabinets) et construction proprement dite.

Les architectes et designers (classés dans la catégorie consommateurs professionnels) ont plutôt besoin de maquettes. La technologie a pour mérite, sans outil ni dispositif d'aucune sorte, de réaliser une pièce de géométrie complexe, qui serait difficilement réalisable, avec des méthodes conventionnelles de fabrication.

La construction de maisons. Des chercheurs du MIT ont déjà démontré l'intérêt de ces imprimantes dans la construction de maisons, réussissant à imprimer la structure d'une habitation en un jour là où des professionnels de la construction auraient demandé un mois de travail. Dans le secteur de la construction les imprimantes 3D ont fait une entrée spectaculaire tant par la taille des résultats que par l'inattendu de l'application de cette technologie à ce secteur. Au Pays-Bas le projet 3D Print canal House (2012) des architectes néerlandais est basé sur l'expertise de la société Ultimaker pour concevoir une imprimante 3D de la taille d'une pièce capable d'être transportée d'un chantier à un autre. L'avantage selon eux réside dans la capacité à utiliser des matériaux recyclés, d'éliminer les coûts de transport et de réaliser des constructions personnalisées. En 2014, en Chine, une imprimante géante a ainsi réalisé 10 maisons en moins de 24 heures.

## Défense

L'US Navy a été le premier département de l'armée américaine à utiliser cette technologie, notamment à cause des quantités importantes de stocks que ses navires doivent embarquer pour des missions souvent à l'autre bout du monde et qui peuvent durer plusieurs mois.

## Horlogerie

En Suisse on fait appel à la fabrication additive pour des prototypes : des boîtiers de montres, des cadrans ou des bracelets. Chez Zedax, les imprimantes fonctionnent avec de la résine liquide. Les dernières générations de machines sont capables d'utiliser simultanément une dizaine de résines différentes. Il est ainsi possible d'obtenir un objet composé de plusieurs textures, de très souple comme le caoutchouc à dure comme de la fibre de verre. « Les machines professionnelles ne connaissent pas de baisse de prix. Leur coût se situe entre 24 000 et plusieurs centaines de milliers de francs suisses » (Lucien Hirschi, Zedax).

## Jouets

Pour ce secteur les principales opportunités de l'impression 3D sont la délocalisation de la production (par exemple celle de pièces de Lego) et l'utilisation de matériaux écologiques (par exemple la paille). Pour l'instant, les imprimantes destinées au grand public ne produisent que de petits éléments en plastique. Exemple : la start-up suisse ToyFabb, propose une plateforme B2C où des concepteurs de jouet y déposent les modélisations des jouets correspondant à leur création et des clients naviguent sur le site en ligne afin d'acquérir des modélisations et les imprimer.

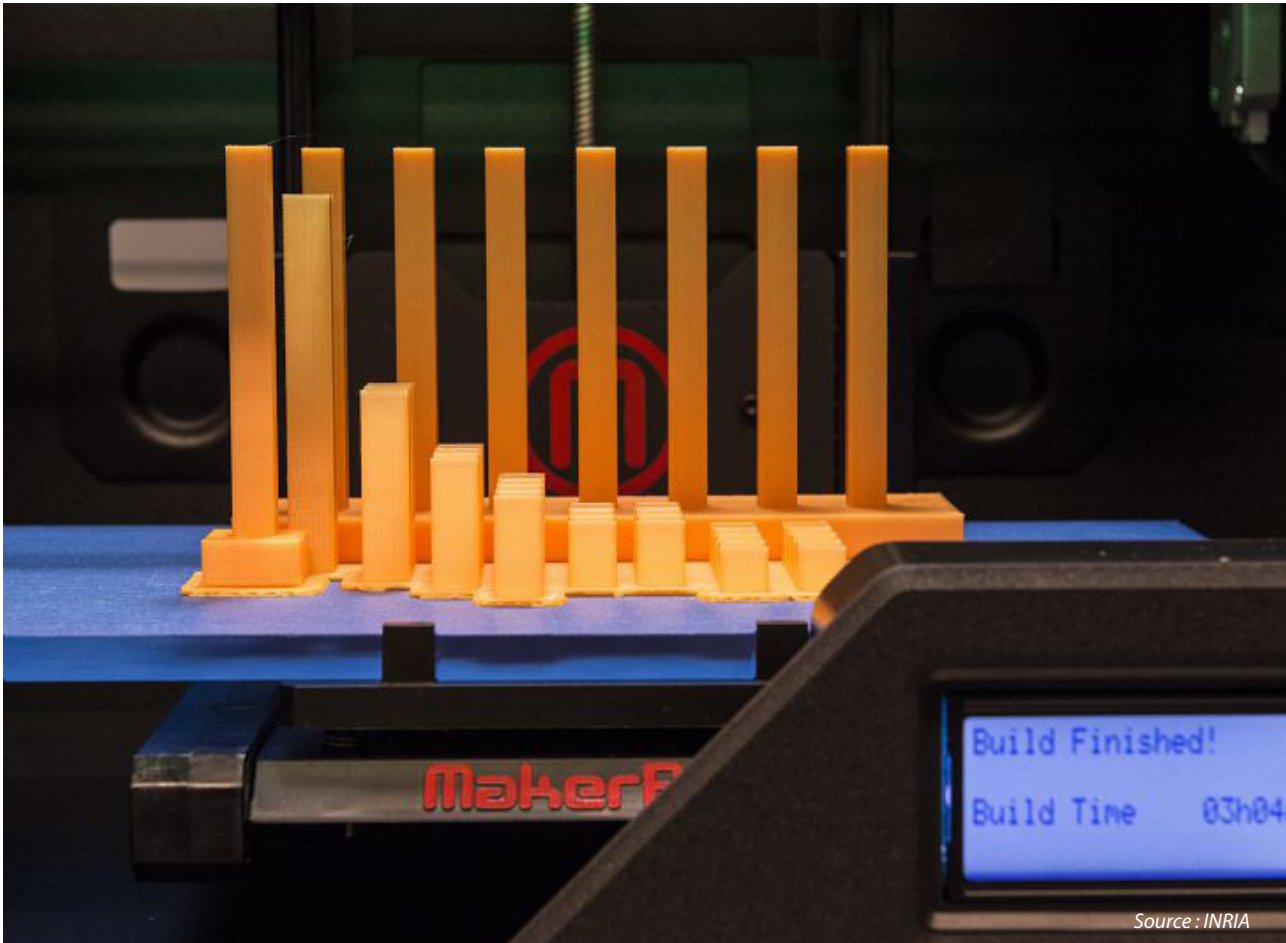
## Santé, médical

Dans ce secteur on produit déjà les pièces finies grâce à l'impression 3D, le plus souvent des prothèses. En chirurgie, par exemple, il est possible de créer des implants sur-mesure pour les patients grâce à l'impression 3D. D'après le Wohlers Report 2014, 40 000 patients ont déjà profité d'une prothèse de la hanche « imprimée ».

Les dents, par exemple avec une ProJet 1200 (mini-imprimante commercialisée à 4 900\$), les mâchoires et les crânes abîmés peuvent être aussi répliqués. Des prothèses de mains peuvent être fabriquées avec l'aide d'une chaîne d'imprimantes 3D spécialisées...



Source : Cresilas



## Marché mondial, pour les 5 à 10 ans à venir

A l'échelle mondiale, plusieurs études à moyen terme portent sur l'évolution du marché global de l'impression 3D (industriel et grand public) avec des prévisions jusqu'en 2020 – 2025. On enregistre des différences en termes de taux annuel de croissance et de secteurs porteurs.

### Scénario moyen

Le Crédit Suisse (2013) prévoyait un secteur à près de 10 milliards de \$ en 2020, comptant sur une croissance annuelle d'environ 20 % par an sur cette période. Si on prenait ensuite une hypothèse à 5 % par an sur la période suivante jusqu'en 2025 (simple hypothèse), le marché serait alors d'environ 13M\$. Fin janvier 2014, une équipe du Crédit Suisse a fait une révision de ces prévisions, en s'intéressant à l'échéance 2016. La correction est significative et porte sur le segment des ventes d'imprimantes 3D pour les particuliers et les « consommateurs professionnels » : les ingénieurs et architectes s'équipent avec une vitesse supérieure à celle de leurs prévisions.

### Scénario bas

Etude 2014 d'IDTechEx, société de veille technologique et de prospective de marché. Le rapport prédit un marché de l'impression 3D qui atteindrait dans le monde "au moins" 7 milliards de \$ en 2025 :

- 3 milliards de \$ proviendraient de l'impression 3D biologique (impression 3D de tissus humains...).
- 4M\$ pour le reste (impression hors bioprinting).

### Scénario haut

McKinsey Global Institute, 2014 : le secteur de l'impression 3D aura un effet profond sur les chaînes de valeur industrielles et pourra générer un impact économique annuel évalué entre 230 et 550 milliards de dollars à l'horizon 2025.

## Qu'est-ce que l'impression 3D va pouvoir apporter aux entreprises industrielles?

Malgré les nombreux avantages de cette technologie, l'adoption de la fabrication additive n'est pas sans problèmes.

### Avantages

L'optimisation (de masse par exemple) lors de la conception numérique de pièces mécaniques assure les conditions nécessaires pour :

- Créer des formes complexes, impossibles à obtenir avec les techniques classiques de moulage et d'usinage, grâce à des couches successives de matières (plastique, métal, céramique...).
- Réduire la consommation de matériaux.
- Réduire le nombre d'étapes du processus, par exemple faire des pièces directement, sans des outillages de fonderie .
- Accélérer la fabrication, temps de production plus court.
- Réduire les coûts de fabrication d'un facteur de 2 à 10.
- Améliorer le bilan énergétique avec une production par atomisation de la quantité de poudre nécessaire et suffisante, sans copeaux ni huiles ni eaux de coupe qui ajoute un surcoût énergétique de recyclage.
- Délocaliser / décentraliser de la production. Avec des imprimantes connectées WiFi, on peut imprimer à distance depuis l'ordinateur central, préparer des modèles 3D depuis le smartphone (applications mobile) et voir l'avancée et le temps restant de l'impression en cours (grâce à la caméra embarquée).
- Filière plus large et mieux organisée : fabricants d'équipements (majoritairement européens, chinois et américains) et éditeurs de logiciels.
- Accès à la technologie plus facile pour une TPE/PME (à l'achat, une imprimante 3D de base se négocie autour de 2 000 euros).

### Inconvénients

Ils sont inhérents aux technologies nouvelles, plutôt liés aux évolutions technologiques (ce qui permet d'être optimiste), mais pas seulement.

La plupart de ces problèmes liés à la technologie même sont en train d'enregistrer des progrès très rapides. Néanmoins, sur les offres commercialisées, les principaux problèmes rencontrés encore en 2014 sont :

- Qualité de rendu (finition) insuffisante; par exemple, dans le secteur aéronautique ou spatial, la tolérance pour la rugosité de surface des pièces est limitée à 3,2 microns et les procédés actuels en fabrication additive ne permettent d'atteindre que des rugosités comprises entre 5 et 15 microns. Dans ce cas un post-traitement est encore nécessaire.
- Résistance pas toujours aux normes. Particulièrement pour les imprimantes à base de plastique, la solidité des produits est inférieure à celle obtenue par moulage, car le plastique imprimé en 3D est plus poreux. Mais, chez Safran, « les caractéristiques mécaniques statiques sont proches de celles du forgé, bien supérieures à celles de la fonderie et de plus adaptée à nos matériaux: Inco718, Inco625, TA6V, 316L, AS10G » (Raphaël Salapete, Responsable matériaux-procédés, chef de projet fabrication additive, pour Snecma DMS).
- Taille réduite des pièces imprimées, à cause de la taille des plateaux des imprimantes suffisamment matures pour être utilisées par l'industrie (centaines de millimètres). Un passage au millième de millimètres pourrait être envisagé pour bientôt. BAE Systems et Cranfield University travaillent déjà sur la production de pièces de grande dimension en métal par impression 3D (en titane une pièce de 1,2 mètres) Et en Chine existent des imprimantes géantes pour les industries aéronautiques et énergétiques (28 mètres de long sur 23 de large et 9,5 mètres de haut, pour imprimer des pièces de 300 tonnes) ou automobile (Southern Fan Company, aurait fabriqué une imprimante 3D capable de produire des pièces métalliques de 10 mètres de longueur).
- Matériaux. Le métal est disponible sous de multiples formes : acier, titane, aluminium, nickel, alliages à base de cuivre, or ou argent. De nouvelles générations résistantes à l'oxydation ont aussi fait leur apparition en 2013, ainsi que le béton, les céramiques, le sable ou des matériaux composites et hybrides comprenant, par exemple, des fibres de nylon, de carbone ou de verre. De grands progrès ont été réalisés dans la diversification des couleurs et des matières, certaines étant même biodégradables (paille, laine, soja, aliments). Les technologies actuelles ne permettent pas d'imprimer en 3D à partir de tous matériaux. Mais l'avancée





des recherches (time to market) permet d'envisager des progrès rapides dans ces domaines.

- Durée de la fabrication qui peut aller jusqu'à plusieurs heures pour une seule pièce et rend l'impression 3D non compétitive pour les objets bon marché courants. Assez longue par rapport à l'usinage, elle est un frein pour la production de séries. Dans les annonces 2014 on retient celle de 3D Systems qui aurait mis au point pour Google une imprimante 3D permettant une fabrication en continu avec un processus de fabrication 50 fois plus rapide.
- Bugs informatiques, qui entraînent des défauts de fabrication.
- Développement d'applications (mobiles) et d'interfaces avec des logiciels classiques (pour la prise en charge des principaux formats d'impression 3D) pour permettre / stimuler l'utilisation de la technologie en PME et en dehors des entreprises mêmes (délocalisation et grand public).

En dehors des problèmes purement technologiques, l'adoption de la fabrication additive à grande échelle soulève des questions liées à des domaines aussi variés que le droit, la certification, le financement de la transition, le développement durable, etc.

- La propriété intellectuelle posera bientôt un problème car la reproduction d'objets sera facile. Les technologies de captures d'un modèle 3D type scan 3D, ou les plateformes permettant le partage de modèles, parfois piratés, sont déjà développés et vont continuer à se développer. La contrefaçon pourra se réaliser à la fois par la copie non autorisée du fichier numérique contenant la forme d'un objet protégé, mais également par l'impression physique de l'objet issu de ce fichier. Le potentiel de cette technologie basées sur le numérique ouvre déjà des réflexions s'agissant de son contrôle.
- Le passage actuel en industrialisation nécessite de certifier ces technologies en tant que « procédés spéciaux » pour répondre aux exigences de l'ISO EN 9100, ce qui demande encore du temps (normes procédés et normes matériaux).
- Le coût. Si les particuliers peuvent trouver des machines aux environs de 1 000 \$, pour les usages industriels, le prix monte rapidement à 250 000\$, voir même 1 million \$. Et les matériaux sont eux aussi relativement chers.
- Technologie polluante. La fabrication à base de poudres fines fait que certaines imprimantes 3D rejettent des particules nocives dans l'air. Des systèmes de recyclage de l'air pollué et de récupération des résidus matériels sont nécessaires.

## Prototypage rapide

L'impression 3D a prouvé son intérêt pour faire du prototypage rapide, à tel point qu'elle est en train de devenir la norme dans le développement produit, grâce à la rapidité (imprimer pendant la nuit les évolutions produit sur lesquelles l'équipe de développement aura travaillé le jour) et à la confidentialité (éviter le long processus de création de moule et d'animation de l'écosystème de partenaires).

Production de petites séries (moins de 100 pièces)

Grâce à la réduction des coûts ce processus redevient économiquement viable, que ce soit par l'impression 3D directement, ou par la production de moules par impression 3D.



## Comment l'impression 3D va-t-elle impacter l'industrie ?

Les résultats les plus spectaculaires peuvent être observés dans le prototypage rapide, la production de petites séries, la personnalisation et l'optimisation (de forme et de masse).

### Optimisation numérique

Lors de la conception numérique de pièces mécaniques les optimisations – de masse et de forme - sont possibles ; avec des formes très complexes aux géométries jusqu'à présent impossibles à réaliser à partir des procédés conventionnels (fonderie, forge, usinage) et pourtant réalisées d'un seul tenant, sans besoin d'assemblage et avec la possibilité d'apporter des renforts de matière sur les lignes les plus fragiles ou les plus sollicitées. Ce nouveau design diminue par exemple de 85% le poids d'un manifold. Ces critères sont essentiels dans l'aéronautique ou l'aérospatiale afin d'optimiser le poids des pièces embarquées à bord des avions, des lanceurs ou des satellites. « **Attention cependant, une pièce pensée en fabrication additive ne peut être fabriquée par des procédés conventionnels. Il s'agit donc d'avoir une double réflexion en amont lors du développement des pièces** » (Flavie Hubert-Choinard, Département matériaux & procédés, Aircelle).

### Personnalisation

L'enjeu est de pouvoir faire de la production de masse personnalisée. Des premiers résultats obtenus sur des technologies d'impression 3D montrent que celle-ci pourrait devenir compétitive par rapport à l'injection plastique, en tout cas pour la production de certains types de pièces.

Celle-ci peut-être faite soit en usine (avec une interface logicielle qui met directement le client en contact avec les machines de production) ou directement en boutique.

### Innovation

L'impression 3D rend possibles des solutions techniques innovantes. Dans le bâtiment, la solution Polybricks est basée sur des composants en céramique fabriqués par une imprimante 3D, et conçus sur ordinateur de manière à s'assembler sans mortier : les « briques » s'assemblent et se bloquent les unes les autres par gravité.

Les chercheurs de GE par exemple, travaillent sur l'implantation de capteurs dans des endroits hostiles (comme l'intérieur des moteurs d'avions ou de turbines à gaz) par le biais d'une technique inventée par l'unité de recherche du département américain de la Défense. GE a mis au point une encre spéciale, composée de différents métaux, à imprimer sur la surface à connecter. Cette pâte peut être apposée sur n'importe quelle surface en relief. Elle serait capable de résister à des températures allant jusqu'à 1000°C et à de fortes contraintes mécaniques.

Et, portée par des applications pour l'instant militaires et médicales, la 4D, qui consiste à imprimer en 3D des objets censés évoluer dans le temps ou en fonction de facteurs extérieurs. On parle notamment de matériaux « intelligents » qui réagissent avec leur environnement (température, humidité...) ; ce qui est notable est d'une part l'évolution des performances de ces matériaux, d'autre part l'intérêt grandissant de l'industrie du prototypage rapide à son égard.

Au niveau de l'Aire urbaine, la fabrication additive pourrait être vue comme une opportunité par un certain nombre d'entreprises industrielles impliquées dans la fabrication par enlèvement de matière : usinage, décolletage, ... mais aussi les sociétés œuvrant dans la mise en forme des matériaux : découpage, emboutissage, injection plastique, forge & fonderie ...

Les sociétés dans le domaine de la machine spéciale et des process pourraient utiliser beaucoup plus ces technologies pour obtenir plus rapidement des éléments mécaniques.

### Enjeux

Ils sont nombreux car l'impression 3D est souvent vue comme une révolution qui impacté l'ensemble de la chaîne de conception / fabrication :

**Réorganisation de la chaîne de production** et de la chaîne logistique.

**Remise en question du mode de production** avec le passage d'une production centralisée dans des usines à une production décentralisée, vers des usines locales voire des clients producteurs.

Comme les imprimantes 3D sont monomatériaux et monopièces, pour des produits complexes, il faudra remettre en question l'organisation des flux et la spécialisation des imprimantes par pièces, avec des gains d'espace mais des contraintes en montage final.

**Production en réseau** tout en garantissant une qualité de production et savoir garder la maîtrise de la qualité de la logistique afin de garantir la meilleure expérience client.



### Renouvellement de la relation client

Il devient possible d'exploiter directement le feed-back des clients experts, car ils vont pouvoir proposer des évolutions des produits et les partager avec la communauté des clients. Le processus d'amélioration sera permanent et mieux vaut organiser la relation avec cet écosystème d'innovation, sous peine de risquer de perdre la main sur une partie du produit.

### Renouvellement des relations intra-entreprise

Le processus d'amélioration de produit sera également ouvert en interne, à un cercle plus large que l'équipe d'innovation/marketing actuelle. Un Fablab interne par exemple permet, à tout un chacun, de participer de façon informelle au débat d'idée et à l'enrichissement des produits, tout en gardant la main sur un processus qui reste interne.

### Sensibilisation et accompagnement des projets 3D d'entreprises

En France il y a relativement peu de compétences en sous-traitance et accompagnement de projet dans ces domaines, mais l'offre existe, principalement portée par les fabricants même, comme par exemple Gorgé et Sculpteo.

La filière 3D française s'organise aussi pour accompagner les entreprises dans ce virage technologique, comme dans le Nord-Pas-de-Calais où le club Impression 3D, lancé par plusieurs CCI (juin 2014) mobilise plus de 100 acteurs économiques (fabricants, distributeurs de machines et matériaux, designers, industriels, chercheurs...).

Portées par les fédérations professionnelles ou les chambres consulaires, des actions collectives sont organisées partout en France, particulièrement depuis 2013.

L'Etat français soutient le développement de la filière : en 2013, le Ministère du Redressement Productif, a financé un appel à projets pour 14 fablabs (ou laboratoires de fabrication), utilisant des machines de fabrication additive

**Le réseautage mondial**, avec 3D Hubs, par exemple. L'entreprise propose de mettre en relation les propriétaires d'imprimante 3D avec toutes sortes de «makers». 3D Hubs a rapidement tissé un réseau de «nœuds». En l'espace de 9 mois, le réseau est passé de 500 à 6000 hubs. En juillet 2014, cette plate-forme, qui vise à rendre accessible les techniques d'impression 3D, était implantée dans 80 pays touchant un public potentiel de 750 millions de personnes.





## En conclusion

L'impression 3D apparaît comme un nouveau moyen de production, supplémentaire et complémentaire, qui ne remplacera pas totalement les centres d'usinage à commande numérique, des retouches de finition aux interfaces restant toujours nécessaires.

Une étude récente de l'ADU portant sur le tissu industriel des PME indépendantes de l'industrie dans le Pays de Montbéliard, montre que les 2 tiers de celles-ci (soit une vingtaine d'entreprises) interviennent sur la fabrication ou modification de pièces (découpage, emboutissage, usinage, décolletage). Ces métiers sont potentiellement des cibles pour la fabrication additive, moyennant une analyse fine de la productivité, de la rentabilité et de la qualité finale de cette nouvelle approche.

Comme l'ont montré les différents exemples donnés dans le présent document, il n'y a pas de recul suffisant à ce jour pour estimer quand se fera un éventuel passage de la preuve de faisabilité à la fabrication en série. Certaines industries ont déjà franchi le pas de l'industrialisation comme on l'a vu, d'autres sont en phase de test, alors que des niches émergent.

Pour les PME l'enjeu sera de capter de nouveaux marchés en remplacement ou en complément de leurs marchés actuels, alors que se dessine la possibilité pour les donneurs d'ordres, de fabriquer eux-mêmes sur place, au sein de l'usine, les pièces complexes.

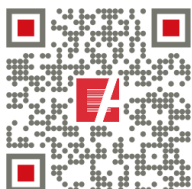
Ce domaine de la fabrication additive est déjà en passe d'être exploité par le grand public, la question n'est plus de savoir s'il le sera par l'industrie, mais quand et comment ?



L'agence de développement  
et d'urbanisme du pays de Montbéliard

8, avenue des Alliés - BP 98407  
25208 Montbéliard cedex  
Tél. : +33 (0)3 81 31 86 00  
Fax : +33 (0)3 81 31 86 19

[www.adu-montbeliard.fr](http://www.adu-montbeliard.fr)



Directeur de publication : Dominique Musslin

Rédacteurs : Violeta Roxin

Mise en page : Christine Maffli

Crédits photos : Cresilas

CODE ISSN 1766-60-58 Etudes de l'ADU