

## FICHE 24

## FABRICATION ADDITIVE

## ► DESCRIPTIF/DÉFINITION

La fabrication additive (ou impression 3D) désigne l'ensemble des procédés permettant de fabriquer, couche par couche, par ajout de matière, un objet physique directement à partir de son modèle numérique. Ces procédés, nombreux, se différencient par :

- la manière de déposer les différentes couches de matériaux (fusion, frittage, polymérisation,...) ;
- les matériaux utilisés sous forme solide (poudres métalliques, polymères, granulés...), liquide (résine photosensible...), ou encore sous forme de produits semi-finis (rubans, fils...).

Ces différents procédés permettent, par rapport aux technologies de fabrication conventionnelles (usinage, forgeage, emboutissage), de réaliser des produits de forme quasi arbitraires (personnalisables à l'unité près, adaptable à de vastes familles de pièces, etc.), non réalisables autrement (formes complexes, structures internes, *lattices*, etc.), avec une chaîne de machine et d'outillage minimale.

Principales applications de ces technologies :

Le coût actuel de production sur ces technologies les rend intéressantes pour le moment sur des segments pour pièces complexes en petites/moyennes séries. Les marchés les plus porteurs actuellement sont l'aéronautique, le spatial ou encore le médical (pièces métalliques à forte valeur ajoutée ou personnalisées). Les usages se développent de façon générale dans le transport (automobile, ferroviaire, naval), l'énergie, les biens de consommations (luxe) et sont amenés à terme à se diffuser sur l'ensemble des secteurs industriels (avec des besoins et technologies associés propres) On distingue souvent quatre usages : pièce pour prototypage rapide ; pièce d'outillage (moule, préhenseur, adaptateur, etc.) ; pièce intermédiaire (qui sera retravaillée) ; pièce finale (peu retravaillée).

Principaux segments technologiques concernés :

Ces technologies sont nombreuses et évoluent rapidement avec les avancées des constructeurs de machines. On les distingue essentiellement par les matériaux employés (métaux, polymères/plastiques, céramiques, cartons, bois, béton...) et la source d'énergie ou d'agglomération utilisée (faisceau laser ou électron, fusion par arc, photopolymérisation, fil fondu, frittage, découpe par stratification...). Différents acronymes sont utilisés, associés ou non à des offres commerciales, souvent interchangeables, et rendent la lecture du paysage plus difficile. Une typologie peut être consultée ici<sup>1</sup>.

## ► ENJEUX (AVANTAGES)

Sur le plan économique

- Simplicité de mise en œuvre du procédé.
  - > Réduction des coûts et des délais de réalisation de prototypes et de pièces de petite série.
  - > Gestion optimisée des stocks (production à la demande), des pièces de rechange et des réparations.
  - > Localisation possible de la production au plus près du besoin (notamment pour les réparations et les pièces de rechange).
  - > Versatilité du moyen de production par rapport aux pièces produites.
- Optimisation des procédés de fabrication
  - > Réduction des étapes de fabrication requises et du nombre d'assemblages.
  - > Réduction du nombre d'outillages ou optimisation des outillages (par exemple, pour les moules la réalisation de canaux de refroidissements thermiques).
- Optimisation de la pièce finie
  - > Rajout de fonctions pour procédé de fabrication équivalent, allègement de masse.
  - > Réalisation de nouvelles géométries, nouvelles architectures, nouveaux matériaux.

1. <https://www.3dhubs.com/s3fs-public/talk/attachments/Additive-Manufacturing-Infographic-3DHubs.png>.

## FICHE 24

## FABRICATION ADDITIVE

Sur le plan technologique

- Possibilité de créer des formes complexes (*lattices*, matériaux architecturés) impossibles à fabriquer selon les procédés conventionnels.
- Intégration de fonctions : possibilité de produire une pièce composée de plusieurs sous-systèmes en moins d'étapes, impliquant ainsi une réduction de nombre d'opérations d'assemblage.
- Opportunité de mise en œuvre de nouveaux matériaux, fabrication multi-matériaux.

Sur le plan de la transformation de l'entreprise

- Possibilité de travail avec le réseau de fournisseurs et/ou de distribution pour mutualiser les moyens de production et l'optimisation des coûts matière.
- Réorganisation des unités de production au plus près des lieux d'usage ou d'intégration.
- Évolution vers des gammes de produits personnalisés et de produits à la demande, dans une approche service, collaborative et boucle courte avec le client.
- L'utilisation simplifiée du prototypage rapide pour faire évoluer les processus d'innovation et d'usages.

Sur le plan environnemental, sociétal

- Utilisation de matière uniquement là où c'est nécessaire : économies de matières premières par rapport aux procédés soustractifs.
- Optimisation des pièces (allègement de masse) et des moyens de production (chaîne de production simplifiée, localisée) : réduction de la consommation énergétique et des émissions de carbone.
- Transition de la production de masse vers la personnalisation de masse.
- Possibilité d'inclure au plus près de l'entreprise les contributions de la communauté d'utilisateurs aux

processus d'innovation ouverte, de nouveaux usages et de production (similaire à ce qu'on pourrait trouver dans les communautés logicielles « Open Source »).

▶ **LES CLÉS DE LA RÉUSSITE**Au niveau technologique

- Anticiper le coût de production par pièce (lié aux capacités de production des machines) :
  - > vitesse d'impression ;
  - > nombre de pièces imprimables en même temps ;
  - > taille des pièces imprimables.
- Garantir une pièce bonne qualité matière grâce une meilleure maîtrise des paramètres de fabrication (ainsi que les implications pour les pièces critiques à certifier ou à qualifier notamment pour les filières transport et médicale).
- Intégrer au plus près du procédé les opérations de contrôle qualité.
- Anticiper les étapes de parachèvement (par rapport aux états de surface ou d'état du matériau requis).
- Considérer les possibilités d'utilisation conjointe des procédés plus traditionnels (forge, usinage, emboutissage..).

Au niveau numérique

- Considérer les nouvelles capacités d'intégration logicielle entre la conception, la production (y compris les post-traitements) et le contrôle qualité.
- Prendre en compte les capacités à simuler et à capitaliser les données sur le processus de fabrication additive et les performance matériau.
- Considérer les nouvelles opportunités de conception adaptées à la fabrication additive (optimisation topologique, etc.).
- Anticiper les implications sur la contrefaçon, la traçabilité et la propriété intellectuelle associée aux modèles numériques et pièces produites.

## FICHE 24

## FABRICATION ADDITIVE

### Au niveau des compétences à mobiliser, des connaissances et de la formation

- Sortir de l'approche traditionnelle de la fabrication : les bureaux d'études peuvent désormais concevoir par rapport à une fonctionnalité souhaitée et non par rapport aux contraintes de fabrication des procédés.
- Repenser le processus de conception des pièces existantes grâce à l'optimisation topologique ainsi que la conception conjointe des pièces et de leur paramètres machine de fabrication.
- Rester informé des évolutions rapides technologiques, d'usage et d'offre de formation (continue et initiale).

### Les questions à se poser

- Quels sont les impacts de la fabrication additive au-delà du moyen de production de pièces (versatilité du moyen de production, gestion différente des stocks et logistique, relations nouvelles de co-conception ou innovation avec le client-fournisseur, nouveau business model...)?
- Quelle meilleure approche entre *make or buy* (dois-je acquérir une machine ou solliciter un sous-traitant, ou mutualiser un équipement...) par rapport aux maturités des différents procédés et les conditions d'hygiène de mise en œuvre, notamment par rapport aux procédés poudres fines?
- Quel impact sur les exigences de certification-qualification de ma filière?

### ► MATURITÉ DE L'OFFRE

Émergent	Laboratoire	Prouvé	Mature	Fréquent	Pervasif
----------	-------------	--------	--------	----------	----------