



Novembre 2018

## **FABRICATION ADDITIVE** **Une nouvelle façon de concevoir**

**Bonjour à chacune et chacun d'entre vous,**

On mesure la tendance d'un nouveau procédé industriel au nombre de qualificatifs pour le désigner. Dans le cas qui nous concerne, on parle de fabrication additive mais également de prototypage rapide, de fabrication rapide, de fabrication directe, d'imprimante 3D, de stéréolithographie, de strato fabrication ou encore d'« (ultrasonic) additive manufacturing » ou « d'e-manufacturing » pour les anglicismes et selon les applications.

Toutes ces appellations, qui regroupent les procédés de fabrication par ajout successif de couches de matière, à partir d'un modèle numérique, sans recourir ou presque à de l'usinage, visent trois principaux objectifs, en phase avec les aspirations industrielles du moment :

- Réduire le temps de conception - fabrication pour minimiser le temps de mise sur le marché de nouveaux produits, compte tenu des fluctuations importantes du marché et de l'évolution des besoins,
- La personnalisation des produits manufacturés : il est possible de produire des pièces uniques et personnalisées. Cette technique permet de réaliser du sur mesure (prothèses personnalisées dans le secteur médical ou dentaire, outillage de production comme des moules sable de fonderie),
- La liberté de formes et l'allègement des pièces : ces procédés permettent la fabrication de pièces à géométrie complexe, irréalisables par des techniques traditionnelles d'usinage ou de mise en forme. Cet avantage a été très rapidement mis au service de la sacrosainte mission liée à l'allègement des structures.

Cet exposé a pour objectif de rappeler les idées de base concernant ce nouveau concept de fabrication. Nous décrirons succinctement les différents procédés existants, nous aborderons la question des matériaux associés à ces conceptions « new wave » et nous ferons un point, dans la newsletter 21, sur la métallurgie et la conception pour clôturer avec la Newsletter 22 en décrivant une application industrielle issue du monde de la fonderie.

### Les Procédés Industriels du moment

Plusieurs techniques de fabrication additive permettent désormais de fabriquer directement des pièces en polymères ou métalliques monoblocs. Trois grandes tendances se dégagent sur le marché, comme le montre le tableau 1 :

- Les dépôts de matières sous énergie concentrée (« par projection de poudre »),
- La fusion/frittage sur lit de poudre,
- L'imprimante 3D (dépôt de fil).



Novembre 2018

Tableau 1 : Description des technologies.

Nom français	Nom anglais	Applications	Matériaux		Principe
			Matière	Etat	
Dépôt de matière sous énergie concentrée  Construction Laser Additive Directe (CLAD) (Cf. figures 1-2)	Laser Metal Deposition (LMD)  Direct Metal Deposition (DMD)	Industrie	Métaux	Poudre	Un laser vient fondre la surface métallique de la pièce sur laquelle est simultanément projeté un jet de poudre. Cette poudre fond et forme une couche qui fusionne avec le substrat.
Fusion/ frittage sur lit de poudre	Selective Laser Melting / Sintering (SLM / SLS)	Industrie	Métaux Polymères Céramiques	Poudre	Un laser ou un faisceau d'électrons (EBM) vient fondre ou fritter une fine d'un matériau poudreux. Une seconde couche est ensuite déposée puis fondue/frittée.
Dépôt de fil Impression 3D	Fused Deposition Modelling (FDM)	Grand Public  Industrie	Polymères	Fil	On dépose un fil en fusion sur la pièce en cours de fabrication. La solidification est instantanée quand le fil entre en contact avec la section précédente.



Novembre 2018



Figure 1 : Réalisation CLAD  
Mélangeur air chaud/froid [IREPA]  
Nimonic C263  
Temps de construction : 3h46

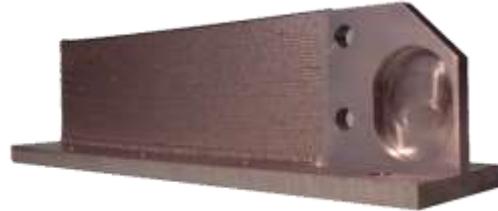


Figure 2 : Réalisation CLAD  
Ferrure Ta6V [IREPA]  
Temps de réalisation 0h49

Concernant la technologie « lit de poudre », le frittage (SLS) est un procédé consistant à chauffer une poudre sans la mener jusqu'à la fusion. Sous l'effet de la chaleur, les grains se soudent entre eux et donnent sa cohésion à la pièce. La seule différence entre le frittage et la fusion (SLM) est donc la puissance du laser utilisé. Pour des applications industrielles, on utilisera d'avantage la fusion car ce procédé permet de minimiser le nombre et la taille des porosités.

L'absence d'outillage spécifique rend ces familles de procédés autonomes pour réaliser des pièces à la demande, de formes très différentes. Certains procédés (LMD et DMD) permettent même d'effectuer des rechargements lors d'opérations de maintenance ou d'appliquer un revêtement de surface pour une application fonctionnel de surface.

Ces technologies sont principalement dédiées à des petites séries de pièces dont la géométrie avoisine quelques dizaines de décimètres cube pour les techniques « lit de poudre » et pouvant approcher le mètre cube pour les techniques de « projection de poudre ». Les vitesses d'impression sont encore assez lentes : en fabrication par lit de poudre métallique, on oscille autour des 5 cm<sup>3</sup>/h. Cet inconvénient explique les raisons pour lesquelles le premier poste de coût d'une pièce réalisée par FA correspond à l'amortissement du moyen de fabrication.

Par conséquent, l'utilisation de la FA pour la production de volumes grande ou moyenne séries nécessite un investissement important au niveau du parc machines, tout en sachant que le prix des procédés peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'euro.

**Dans notre prochaine Newsletter, nous aborderons l'aspect matériaux de ces nouvelles technologies de fabrication.**

Nous remercions au passage Michael Young pour l'autorisation qu'il nous a procuré à utiliser les photos de ses œuvres dans les bandeaux.