

LES ENJEUX STRATEGIQUES DE LA FABRICATION ADDITIVE : POSITIONNEMENT DE L'ACADEMIE DES TECHNOLOGIES

La fabrication additive¹ (appelée aussi impression 3D) est définie par l'AFNOR comme « *l'ensemble des procédés permettant de fabriquer, couche par couche, par ajout de matière, un objet physique à partir d'un objet numérique* ». Elle s'oppose à la fabrication soustractive (enlèvement de matière par usinage). Elle suscite aujourd'hui beaucoup d'espoir et est souvent perçue et décrite dans les médias et dans maints ouvrages comme la clef de la relocalisation industrielle dans les pays développés. Ceci peut apparaître surprenant, car elle est pratiquée depuis trois décennies. Une raison de cet engouement est l'expiration du brevet FDM (*Fused deposition modeling*) en 2009, qui a suscité une vague entrepreneuriale, une baisse du coût des imprimantes dites 3D et l'intérêt du grand public, comme en témoigne l'activité intense des Fabs Labs, (« atelier de fabrication numérique » mis largement à disposition des utilisateurs). Mais bien d'autres facteurs interviennent, notamment les progrès très rapides des technologies d'impression et l'impact de la révolution numérique, justifiant pleinement que la fabrication additive soit considérée comme une priorité stratégique.

Plus généralement, les enjeux de la fabrication additive dans l'industrie sont considérables. Sa pertinence au stade du prototype est indubitable. Elle favorise également largement la conception des produits. De surcroît, le coût unitaire y est indifférent à la complexité des objets réalisés, une fois programmée leur conception. Cela implique que dans certains cas l'absence d'économies d'échelle est compensée et la production en série d'ores et déjà rentable. Elle facilite par ailleurs grandement la réparation des objets, tout comme elle dessine de nouvelles perspectives pour l'art et la créativité en général, d'autant plus que les outils nécessaires peuvent être disponibles à domicile. Enfin, elle ouvre ainsi la voie à de nouveaux modèles économiques. C'est en regard de la combinaison de ces différents facteurs, ainsi que du très large éventail des secteurs couverts, de l'aéronautique à la bijouterie-joaillerie, de l'alimentaire à la santé, en passant par l'architecture, que l'impression 3D marque une rupture déterminante pour les entreprises et pour l'économie dans son ensemble. Il s'agit toutefois d'identifier les bonnes complémentarités entre les technologies additives et les

¹ NF E 67-001 Octobre 2011 – Fabrication additive – Vocabulaire
ASTM F2792 – Edition 2012 - Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies

technologies plus classiques et non de penser que les premières peuvent tout remplacer.

Par ailleurs, si l'impression des plastiques a retenu à ce jour toutes les attentions, c'est la fabrication additive de pièces et composants métalliques qui va se trouver au cœur de la reconfiguration industrielle et qui connaît aujourd'hui une nouvelle dynamique. La fabrication additive est un enjeu très important pour l'industrie française, étant donné notamment la place qu'y tiennent des secteurs tels que l'aéronautique et le spatial.

De plus, ce développement des technologies additives est loin d'être isolé. Il pourra à l'avenir se combiner à d'autres innovations technologiques, telles que celles qui sont développées en robotique flexible notamment pour le placement de fibres, sans oublier l'ensemble des facteurs conduisant à l'usine digitale, tels que la généralisation des capteurs.

Dans ce contexte et pour les raisons évoquées, l'Académie des technologies considère qu'il est pour notre pays de la plus grande importance d'encourager le développement de la fabrication additive. Pour éviter les risques de dispersion, elle préconise de choisir un axe stratégique et recommande de privilégier celui des matériaux pour deux raisons :

- Les matériaux jouent un rôle central et apparaissent comme un facteur clef de progrès, en mesure d'octroyer à la recherche et à l'industrie françaises un temps d'avance. Mais une démarche volontariste est pour cela indispensable.
- Les compétences en matériaux et spécialement en métallurgie existant dans notre pays peuvent lui permettre de développer un avantage significatif dans l'impression, spécialement des métaux, sur la scène internationale.²

En effet, la fabrication de composants, notamment ceux à usage mécanique, réalisés à partir de divers matériaux comme des polymères avancés, des métaux, des céramiques, etc. nécessite un effort de recherche et développement tout particulier et largement renforcé par rapport à la situation actuelle. Des barrières doivent être franchies avant que la fabrication additive ne s'applique plus largement à une plus grande gamme de composants et mette en œuvre une plus grande étendue de matériaux.

Une meilleure connaissance de la physique et de la physico-chimie des procédés est nécessaire pour franchir ces barrières. Il s'agit en particulier de l'étude des

² A contrario l'Allemagne, par exemple, joue et jouera un rôle clé dans les imprimantes.

changements de phase, notamment la solidification, à des vitesses considérables ($\sim 10^6$ °C/s), le recyclage des poudres et leur contamination éventuelle, la dispersion des propriétés mécaniques et l'état de surface qui limitent encore l'usage de ces procédés de fabrication additive à la réalisation de composants non critiques. Par ailleurs il est nécessaire d'optimiser les compositions des alliages élaborés par ce procédé. Rien ne prouve, en effet, que les compositions existantes utilisées dans les fabrications conventionnelles (moulage, transformation à l'état solide, usinage) soient celles qui conviennent parfaitement aux conditions physiques, thermiques... bien particulières de la fabrication additive. Dans le cas des alliages métalliques, la nature (poudre, fil) et la qualité et disponibilité du matériau de base sont également des paramètres importants à considérer.

Enfin, comme ces procédés nouveaux remettent en cause bon nombre de procédés industriels existants, il apparaît nécessaire de former des ingénieurs et des techniciens à ces nouvelles méthodes de conception et d'élaboration prometteuses.

Cette nécessité est remplie par certains établissements d'enseignement (ex. Ecole Nationale d'Arts et Métiers). Leurs efforts doivent être encouragés et soutenus et l'action de notre système de R & D sur l'axe stratégique matériaux doit être amplifiée.