

L'impression 3D

En quelques mots

11 400 000 réponses si vous posez la question à Google en français ; 90,7 millions de réponses si vous posez la question en anglais... De quoi parle-t-on ? A quoi sert-elle ? Quels en sont les enjeux ? Quels sont ou seront les incidences sur les entreprises locales ?

L'impression 3D est une technologie qui permet, à partir d'un fichier comportant un modèle numérique et à l'aide d'une machine appelée imprimante 3D, de fabriquer un objet physique. Cette technologie a émergé au début des années 80 dans et pour le monde industriel sous l'appellation de fabrication additive. L'impression 3D a été conçue au départ pour réaliser des prototypes, finalité qui représente encore aujourd'hui 70% du marché correspondant. A partir de 1996 on voit l'émergence de nouveaux acteurs proposant en ligne à la fois des modèles numériques ainsi que des services d'impression 3D.

Bien que la fabrication additive ait déjà plusieurs décennies d'existence pour les spécialistes, en particulier en prototypage, elle n'est apparue aux yeux des dirigeants et du grand public que récemment avec l'arrivée sur le marché d'imprimantes de bureau qui ont pu contribuer à faire croire en l'avènement d'une ère de science-fiction où chacun pourrait quasiment imprimer sa voiture dans son garage. Cela dit, ces initiatives ont favorisé la prise de conscience de l'existence de ces technologies et de leur potentiel dans les activités manufacturières. En effet, il s'agit d'un saut technologique de par les machines employées, d'un phénomène émergent aux implications sociales et sociétales importantes de par l'utilisation des Fablabs par exemple, et enfin d'un possible bouleversement des méthodes de conception et de fabrication de certains produits puisque désormais des séries courtes, des pièces uniques et des pièces antérieurement impossibles à fabriquer sont aisément envisageables.

Cette technologie n'est donc pas une nouveauté. Ce qui en constitue une, c'est l'accès à cette technologie au grand public avec l'apparition dans le commerce de machines de petite taille à un prix abordable, suite à l'expiration des brevets fondamentaux les concernant. Cette « démocratisation » de l'impression 3D fascine autant qu'elle inquiète les créateurs comme les responsables politiques et institutionnels

L'impression 3D n'est pas simplement un ensemble, par ailleurs complexe, de technologies. Elle ouvre la voie vers un nouvel écosystème industriel, économique, scientifique, social et sociétal :

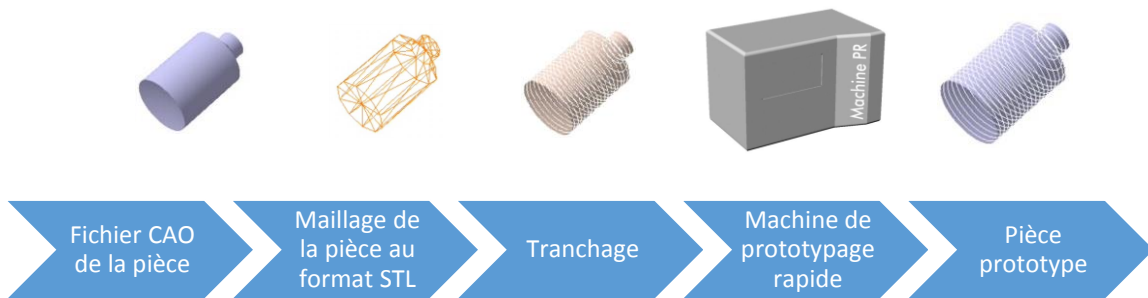
- *Industriel car elle implique des procédés de fabrication, des matériaux, des logiciels, encore en pleine effervescence créative.*
- *Economique car elle va bouleverser les chaînes de valeur de nombreuses industries, de l'aéronautique à la mode et rendre obsolètes nombre de modes de production de biens et de services actuels.*
- *Scientifique car ces procédés font appel à d'importants travaux de recherche notamment dans les domaines des équipements, des matériaux et des logiciels.*
- *Social car elle va demander à tous les acteurs économiques jusqu'au consommateur de revoir leurs positions sur la valeur des savoir-faire acquis et l'urgence pour tous d'en acquérir d'autres.*
- *Sociétal car le grand public averti va développer un accès direct à la production d'objets (cf la notion de prosummateur d'A. TOFFLER – producteur & consommateur) - et car l'impression 3D s'inscrit également dans la tendance inexorable visant la préservation de notre environnement*

S'il est encore trop tôt pour cerner avec précision la place que va prendre la fabrication additive dans l'ensemble des activités économiques, elle apparaît porteuse de potentialités importantes et il est d'ores et déjà assuré qu'elle sera incontournable dans de nombreux secteurs. L'ensemble des technologies liées au numérique ont en commun, en effet, de bouleverser la nature des produits et des services (davantage adaptés à l'utilisateur final) et la localisation des activités, de faire émerger de nouveaux acteurs ou encore de modifier en profondeur l'organisation du travail.

3 familles d'usages

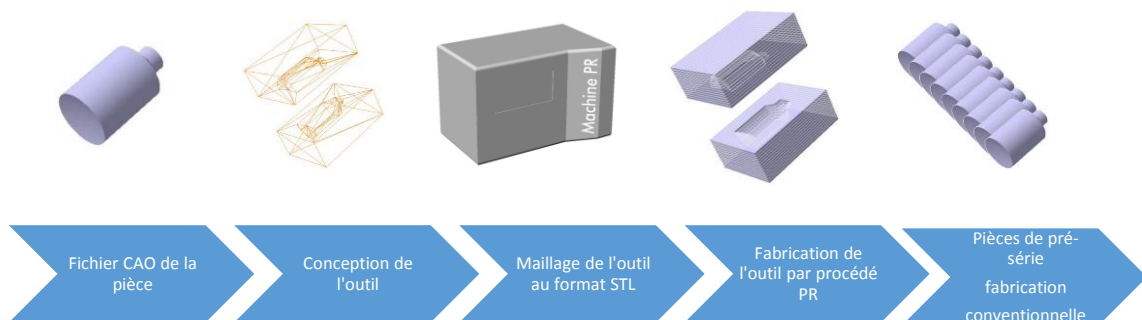
Le prototypage rapide (PR) :

L'objectif du prototypage rapide est de réaliser rapidement des modèles ou des maquettes, dans un but de réduction des temps de développement des produits. Il permet de fabriquer des prototypes sans qu'il soit nécessaire de recourir à des outillages coûteux, tout en s'approchant des performances du produit final. On est donc en mesure d'explorer différentes variantes du produit en cours d'élaboration afin de retenir la solution la plus appropriée. Les machines procédant par ajout de matière sont capables de réaliser des formes extrêmement complexes (inclusion, cavité...), irréalisables par des procédés tels que l'usinage par exemple.



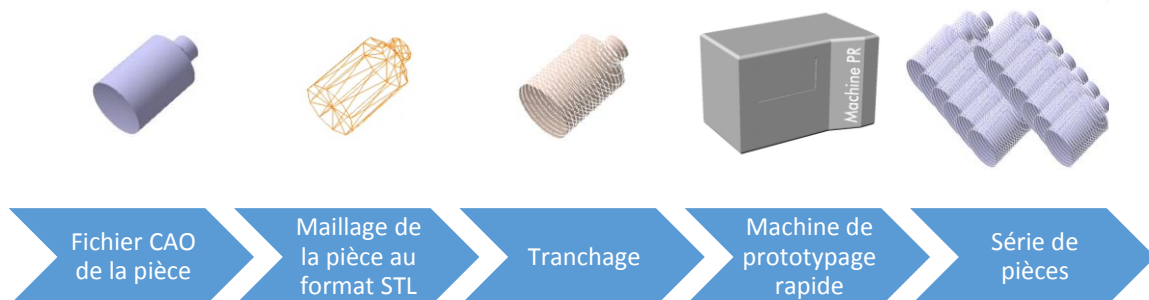
L'outillage rapide (OR)

L'outillage rapide est le terme générique pour les technologies qui permettent de fabriquer un outil, plus rapidement (entre 20% et 40% plus rapide) qu'avec un procédé traditionnel (usinage conventionnel), à partir d'un modèle numérique en 3D. Il existe plusieurs méthodes d'outillage rapide permettant de réaliser des moules d'injection plastique, pour des pièces ayant des géométries complexes. Ces moules peuvent permettre de produire des préséries directement dans le bon procédé et la bonne matière.



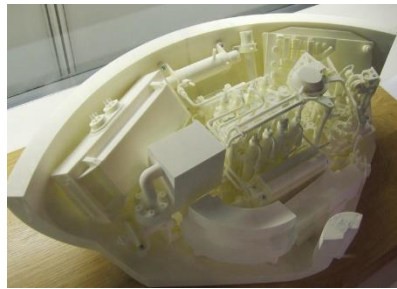
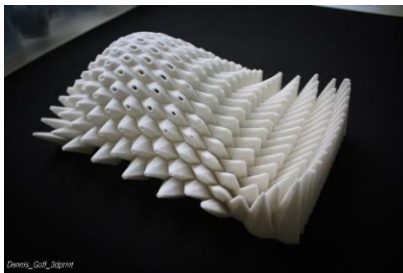
La fabrication rapide (FR)

La fabrication additive est économiquement appropriée à la production de très petits composants en grandes quantités ou à la production à façon de pièces avec une grande complexité géométrique. Elle consiste en la fabrication directe de pièces en série par les procédés de prototypage rapide, sans outillage. On peut ainsi obtenir des formes impossibles à réaliser par des procédés conventionnels, intégrer des fonctionnalités à l'intérieur des pièces dès la fabrication ou mixer différents matériaux (métal / plastique).



Exemples de réalisations

Prototypage : à partir des années 80

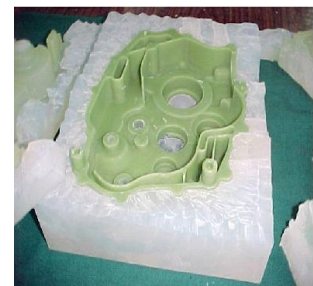


Le Prototypage Rapide est aujourd'hui présent dans pratiquement tous les secteurs d'activité de l'industrie.

Les procédés correspondant ne cessent :

- de proposer de nouveaux matériaux qui confèrent aux prototypes des caractéristiques nouvelles, proches des produits de série,
- d'accroître la qualité des prototypes réalisés,
- de réduire les coûts des prototypes et des machines,
- de réduire les délais d'obtention des prototypes,
- de permettre la réalisation de pièces de plus en plus grandes.

Outillage rapide : début vers 1992



L'Outillage Rapide est un axe majeur de développement des procédés de fabrication par couches.

La Fabrication Additive permet l'intégration d'intelligence à l'intérieur des outillages (canaux conformables de régulation thermique, passage de fluides dans les outillages, intégration de capteurs, ...), ce qui a pour intérêt direct:

- l'augmentation de la productivité (diminution des temps de cycle),
- la réalisation de géométries de pièces plus complexes,
- l'amélioration de la qualité des pièces produites,
- la diminution des délais d'obtention des outillages.

Fabrication rapide : maintenant !

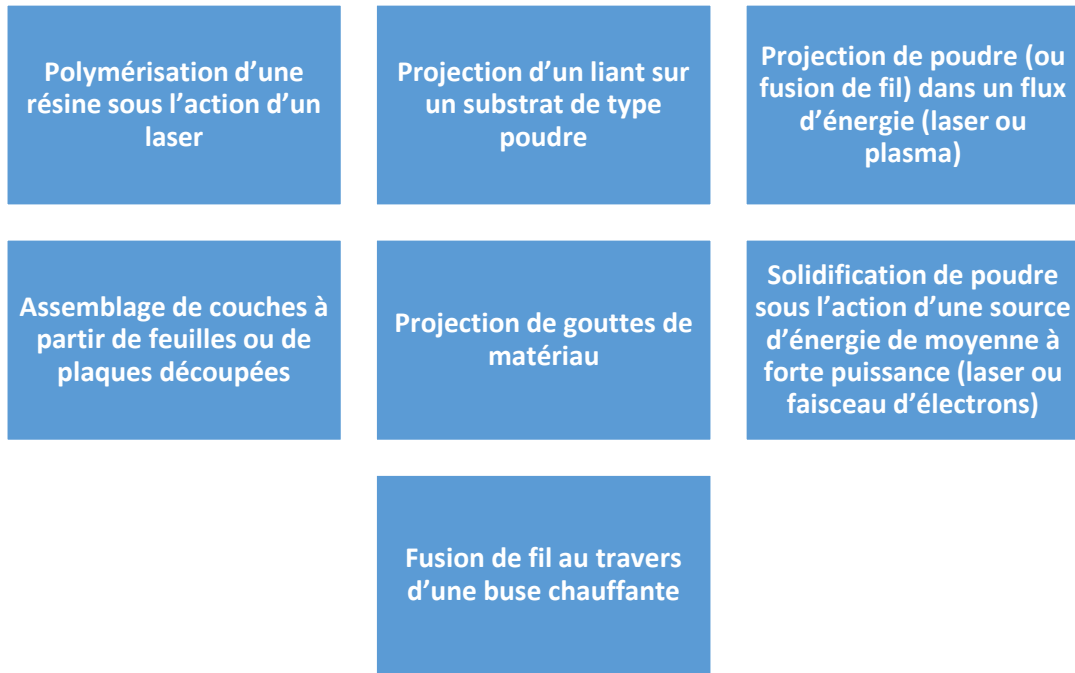


La Fabrication Additive doit être prise en compte dès la conception, ce qui :

- rend possible l'intégration de nouvelles fonctionnalités dans la pièce (pièce creuse, structure plus fine, mélange possible de matériaux ...), la diminution du nombre de pièces dans un ensemble ...
- l'obtention de caractéristiques mécaniques et thermiques liées à la matière et au procédé de PR et non pas au procédé de mise en forme,

d'atteindre des prix et des délais de réalisation d'une petite série très intéressants par rapport à la filière conventionnelle avec outillages. On signale par ailleurs que la précision et l'état de surface des pièces obtenues dépendent du procédé de PR.

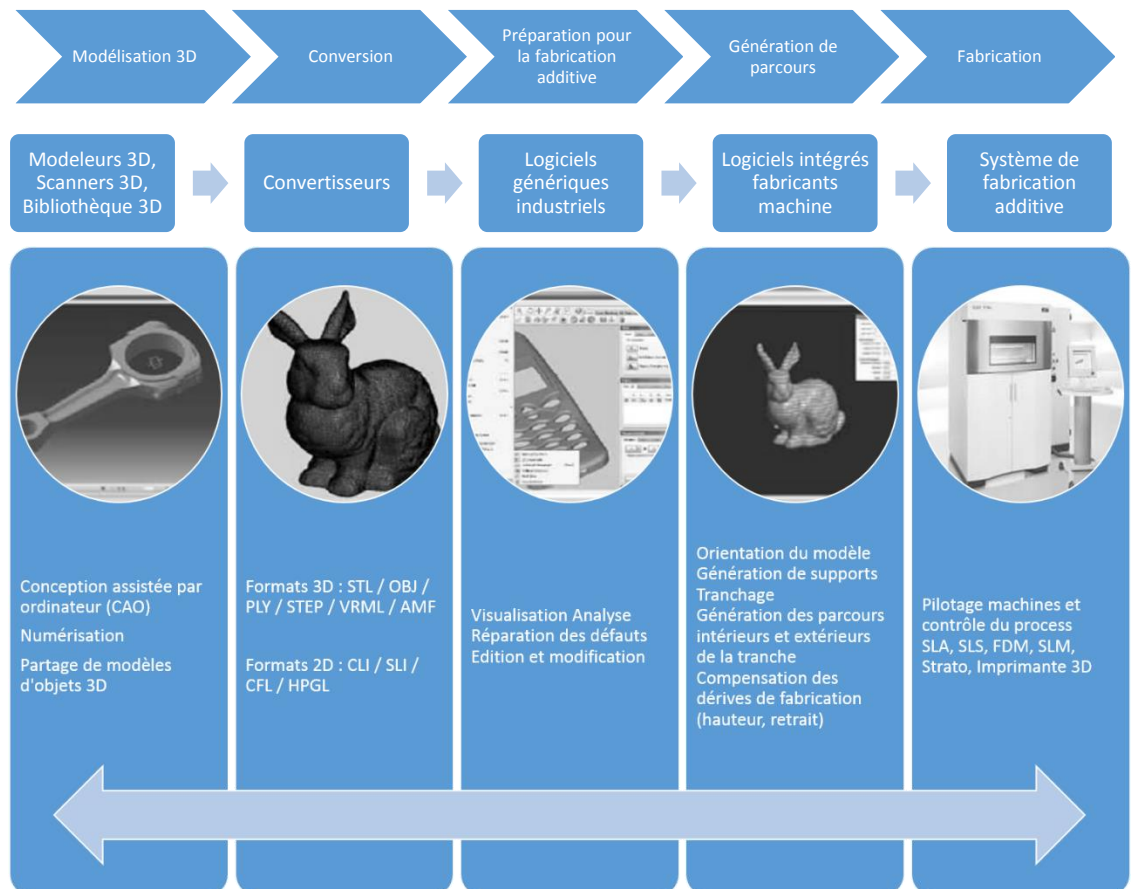
Les 7 familles de procédés de fabrication de la norme NF : E 67-001



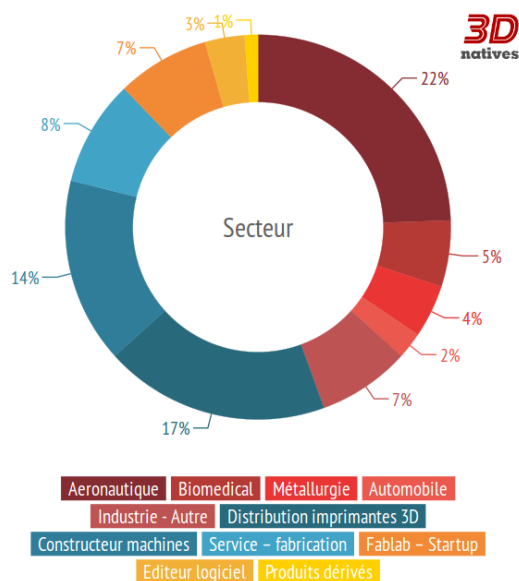
Enjeux

Il n'y a pas d'impression 3D sans fichier 3D : le parcours numérique.

L'importance de la filière numérique



Une nouvelle façon de concevoir le produit. Des exemples sectoriels convaincants, des procédés, des matériaux émergents



Dans l'aéronautique et l'espace, la recherche d'amélioration du couple «performances – coût» utilise déjà ponctuellement l'impression 3D. Les nouveaux matériaux, l'innovation dans la conception, dans la chaîne logistique et dans la réparation représentent les principaux enjeux, avec l'amélioration des procédés pour atteindre la fiabilité requise par cette industrie qui devrait bientôt utiliser massivement la fabrication additive.

Dans la santé et la médecine, les prothèses en tous genres et la bio-impression sont les grandes innovations en cours. La fabrication additive y est d'ores et déjà très répandue et en voie d'accélération.

Enjeux techniques

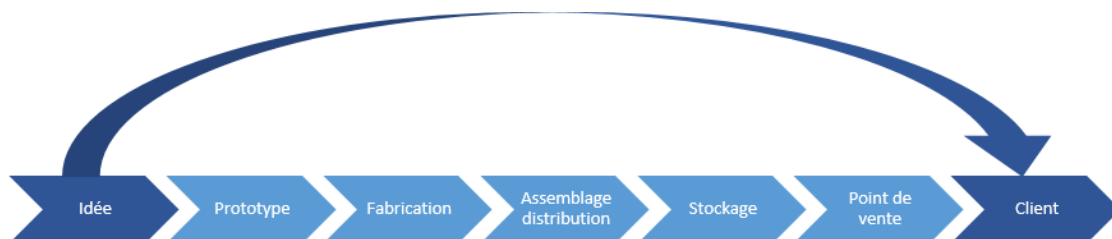
L'architecture, la construction, l'ameublement et le design intérieur en général vont voir des nouveaux pans d'activités se développer. Si aujourd'hui la presse se fait l'écho de réalisations qui paraissent être des gadgets, les développements des activités correspondantes sont très prometteurs, de l'habitat des pays émergents à de nombreuses innovations créatives dans les pays développés.

Le luxe, la mode et le secteur des accessoires sont déjà lancés dans des courses à l'innovation des matériaux et des formes qui laissent imaginer un bouillonnement de créativité à venir. Créatifs et ingénieurs travaillent à la fois sur des matériaux rigides, souples, aux touches différents ou aux transparences et couleurs nouvelles. En cela, ils constituent des "secteurs laboratoires".

Les secteurs concernés sont nombreux et ne se limitent pas aux secteurs industriels. En effet, la plupart des secteurs des services sont impactés de façon directe ou indirecte : telles la logistique et la distribution (puisque des produits peuvent être plus individualisés ou même fabriqués sur place et non plus transportés), les services juridiques ou la formation (à cause des divers risques et enjeux liés notamment à la propriété intellectuelle), les services financiers (la banque et les financements qu'elle accorde, l'assurance avec les risques qu'elle couvre), etc.

Une nouvelle chaîne de valeur caractérisée par de nouvelles organisations, de nouveaux modes de génération de valeur, et le recours à de nouvelles compétences

Enjeu stratégique



La fabrication additive bouleverse les chaînes de valeur à plusieurs niveaux.

D'abord, à l'intérieur des chaînes de valeur existantes, elle met dans une perspective nouvelle la réparation, la longueur des séries, la conception de produits jusqu'alors impossibles à fabriquer, l'adéquation fine aux besoins des clients, le recyclage, etc.

Ces bouleversements demanderont à court terme de revoir la façon de travailler dans les grands groupes (interdépendance accrue des fonctions) et entre les groupes industriels (remise en cause de la relation client-fournisseur, celle-ci devenant plus critique en termes de compétitivité). Par ailleurs, l'absence d'économie d'échelle dans la fabrication additive, couplée à un coût unitaire potentiellement diminué et à de nouveaux modèles économiques, pourrait induire une reconfiguration du dispositif industriel s'agissant notamment du rôle des PME et des territoires et plus largement du processus de localisation de la production à l'échelle internationale.

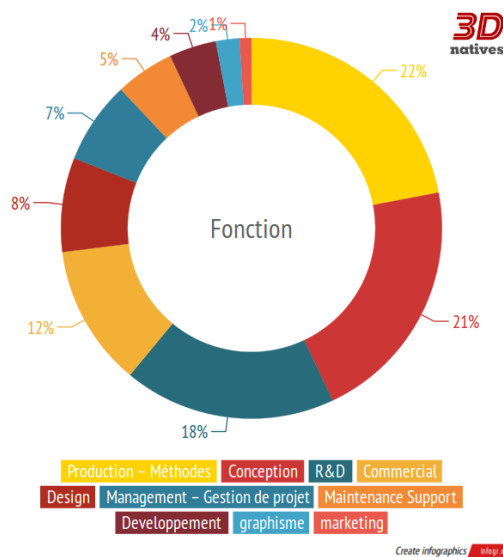
Enfin, elle soulève des questions profondes de par les interdépendances qu'elle entraîne, liées au fait qu'elle est au cœur de la création d'un nouvel écosystème.

La sécurité industrielle et la propriété intellectuelle des procédés, des marques, des designs doivent être revues, notamment parce que la combinaison de l'imprimante 3D et le fait qu'elle fonctionne grâce à des fichiers numériques permettent (théoriquement et bientôt pratiquement) la reproduction de produits en tous lieux. Cela entraîne des situations analogues à celles que l'on connaît dans la musique ou l'image mais avec des objets bien réels. Par extension, de nouveaux enjeux liés au développement de la contrefaçon, par exemple dans l'univers des pièces détachées, apparaissent progressivement du fait des possibilités offertes par ces technologies.

Par ailleurs, l'ensemble du système éducatif et de formation doit être adapté pour faire face aux implications soulevées par ces technologies, qu'elles soient quantitatives (cette technologie va-t-elle créer ou détruire des emplois ?) ou surtout qualitatives (comment permettre l'adéquation entre les savoir-faire disponibles et les savoir-faire nécessaires ? Comment faire évoluer en conséquence les programmes d'éducation et de formation ?).

Des marchés en réorganisation permanente

Enjeu commercial



La fabrication additive est une innovation d'origine industrielle. Elle ne peut exister que grâce à la combinaison complexe de technologies de pointe, depuis les matériaux jusqu'aux machines, aux logiciels de conception et de production. Le développement rapide et en parallèle de ces nombreuses technologies qui peuvent désormais se combiner, et la péremption de certains brevets, expliquent en grande partie pourquoi aujourd'hui on peut voir une croissance vertigineuse des possibilités offertes par ces procédés et un développement progressif des marchés correspondants.

Le marché des concepteurs-fabricants se divise en deux grands blocs, l'un autour des procédés thermoplastiques, l'autre autour des procédés métalliques. Des grands fabricants de machines et de matériaux sont en train d'émerger, principalement aux Etats-Unis, en Allemagne, en Chine. Ce secteur est en pleine effervescence avec des créations de start-up et de nombreuses fusions-acquisitions.

L'industrie est actuellement dans une phase de spécialisation, de recherche de sophistication dans les procédés et les matériaux et d'internationalisation.

Références bibliographiques

1. *L'impression 3D*, Mathilde Berchon et Bertier Luyt, mai 2014
2. *Fabrication additive - Du Prototypage Rapide à l'impression 3D*, Claude Barlier, Alain Bernard, août 2015
3. *Makers : La nouvelle révolution industrielle*, Chris Anderson et Michel Le Séac'h, novembre 2012

Ressources web Pour aller plus loin

1. <http://www.limousin.cci.fr/guid-de-limpression-3d.html>
2. <http://www.cci-paris-idf.fr/etudes/mutations-contemporaines/innovation/impression-3d-etudes>
3. <http://www.afpr.asso.fr/>
4. <http://www.3dnatives.com/>
5. <http://www.usine-digitale.fr/impression-3d/>
6. http://www.inpi.fr/fileadmin/mediatheque/pdf/OPI/I_impression_3D_sept_2014.pdf
7. <http://www.lecese.fr/travaux-publies/innovations-technologiques-et-performance-industrielle-globale-exemple-impression-3D>

