



Depuis quelques mois, s'il y a un secteur où cela fait « boom » tant sur le plan médiatique que sur celui des ventes (une explosion de 75% en 2014 selon le cabinet d'études Gartner), c'est bien celui de l'impression. Pas celle à laser, encore moins à jet d'encre, non ! Désormais, dans un secteur où l'innovation, à l'instar du mythique train, se doit de « siffler trois fois » pour ne pas dérailler, pour ne pas être ni « old », ni « out », mieux vaut parler 3D. Au point d'amener notre vénérable confrère d'outre-manche The Economist à parler non sans lyrisme à propos de ce nouveau procédé d'impression de « Troisième révolution industrielle » et d'inciter certains spécialistes à y voir une technologie plus importante que le web. Réalité ou exagération ? Mode simplement passagère ou véritable enjeu technologique du XXI^e siècle ? Certes, si le procédé en lui-même ne date pas de la dernière pluie, du prototypage à la production de pièces fonctionnelles, l'impression 3D pourrait impacter des pans entiers de notre économie et bouleverser les méthodes de création et de consommation des objets qui nous entourent. Gros plan sur un phénomène qui n'a en tous cas franchement rien de l'encéphalogramme plat.

Par Arnaud Bellegarde

La 3D révolutionne l'impression !





Petit lexique de l'impression 3D

Parce que ce monde hautement technologique qu'est ce procédé d'impression fourmille de termes relevant aussi bien de l'obscur que de l'abscond, voici quelques définitions permettant d'y voir un peu plus clair.

ABS : sous le sigle, un nom paraissant sortir droit d'un roman d'anticipation, l'Acrylonitrile Butadiène Styrène. Il s'agit en l'occurrence d'un plastique qui entre facilement en fusion. Extrêmement répandu dans le monde de l'impression 3D, c'est le plastique des fameux Lego. D'où sa disponibilité en de nombreuses couleurs.

EXTRUDER : Pièce emblématique du genre qui fond et/ou dépose la matière en calques successifs. C'est également sa qualité qui détermine la finesse d'impression des formes.

EXTRUSION : Action thermomécanique consistant à faire passer de la matière à travers une « filière », un peu à la manière d'un pistolet à colle !

FUSED DEPOSITION MODELING : ou FDM. C'est la technique d'impression 3D la plus répandue actuellement dans le monde des imprimantes 3D. Une tête d'extrusion chauffe et fond un filament de matière (quasi systématiquement) plastique pour construire une à une les couches de l'objet 3D.

PLA : Il s'agit de l'acide polylactique, un plastique biodégradable et transparent qui emballe les packs de bouteilles d'eau, mais est également utilisé en Chirurgie.

SELECTIVE LASER SINTERING : ou SLS. La technique est proche de la stéréolithographie, à savoir de la matière en poudre est posée dans une cuve ou un laser va venir frapper et durcir la matière. Cette dernière se lie avec les couches inférieures pour former au final l'objet 3D.

STEREOLITHOGRAPHIE : ou SLA. C'est une technique de façonnage des objets 3D. Un rayon ultraviolet frappe du photopolymère positionné dans une cuve. Sous l'impact du rayon la matière se durcit et se lie aux couches adjacentes. La matière non frappée peut être réutilisée ensuite.

Ainsi que le note avec pertinence Mathilde Berchon en ouverture à la seconde édition de son ouvrage « l'Impression 3D » (voir notre encadré « à lire ») si « la popularité actuelle des imprimantes 3D personnelles et le relais récent des médias laissent supposer que l'impression 3D en est à ses balbutiements, il n'en est rien ». Et oui, peu de gens le savent, mais en remontant le cours de la grande histoire de l'impression, on s'aperçoit que le procédé de ce qui désigne l'impression tridimensionnelle remonte aux années 1980. Mais avant de poursuivre plus avant ce « retour vers le futur », attardons-nous un instant sur ce que recouvre la notion même d'impression 3D. Selon Arnaud Guedou, directeur commercial et marketing de Prodways, société mise en orbite en décembre 2013 par le groupe





L'impression 3D en 16 dates clés

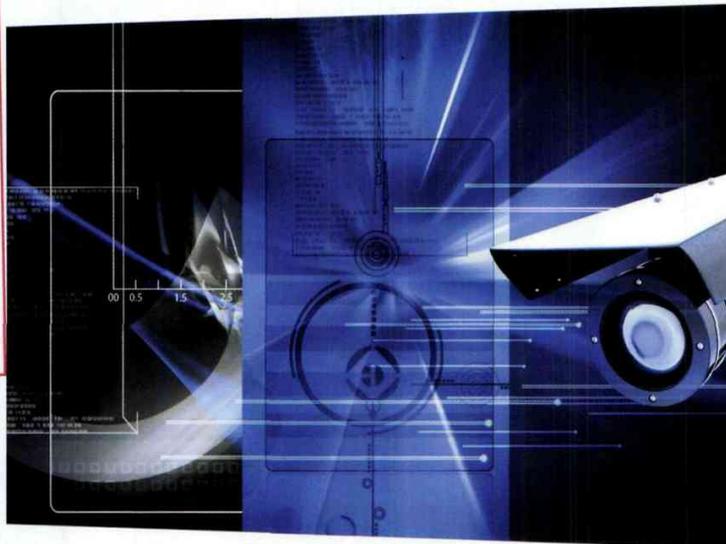
- 1952 : Kojima démontre les avantages de la fabrication par couches superposées.
- 1967 : Swainson dépose un brevet aux Etats-Unis pour un système de durcissement de résine par double rayon lumineux.
- 1981 : Kodama publie trois méthodes de solidification holographique.
- 1982 : Recherches sur la stéréolithographie menées parallèlement en France et aux Etats-Unis.
- 1984 : Chuck Hull dépose le brevet 4575330 d'utilisation de la stéréolithographie.
- 1986 : Création de 3D Systems.
- 1987 : Le prototypage rapide devient une réalité commerciale.
- 1989 : Lancement de Stratasys et des premières imprimantes FDM.
- 1990 : La fabrication additive est utilisée pour la réalisation de moules.
- 1995 : Z Corporation lance les premières imprimantes 3DP.
- 1996 : Premières mentions des machines industrielles comme imprimantes 3D.
- 2000 : La fabrication additive est utilisée pour des pièces de production.
- 2009 : Création de MarketBot Industries et lancement de la MakerBot Cupcake CNC.
- 2011 : 15.000 imprimantes 3D sont vendues sur la base de 40 modèles disponibles.
- 2012 : 45.000 nouvelles machines sont vendues.
- 2013 : Stratasys rachète MakerBot Industries pour 400 millions de dollars.

Gorgé et spécialisée sur le créneau, « il s'agit d'une technique de fabrication additive développée pour le prototypage rapide où trois technologies principales coexistent. Le FDM (Fuse Deposition Modeling, autrement dit le modelage par dépôt de matière en fusion). La SLA (stéréolithographie) qui est un procédé consistant à ce qu'une lumière UV solidifie une couche de plastique liquide. Le frittage sélectif par laser, ce dernier agglomérant une couche de poudre ». L'impression tridimensionnelle permet ainsi de produire un objet réel via un outil de CAO utilisé par un opérateur en charge de dessiner un objet sur un écran. Le fichier 3D obtenu est alors envoyé vers une imprimante spécifique qui le découpe en tranches et dépose ou solidifie de la matière couche par couche pour obtenir la pièce finale. Le principe s'avère donc assez proche de celui d'une imprimante 2D classique : les buses utilisées qui déposent de la colle sont d'ailleurs identiques à celles des imprimantes de bureau. En fait, c'est l'empilement de ces couches qui crée un volume.

>>> Une invention d'origine... made in France!
Ces précisions étant apportées, pour en revenir aux origines proprement dites du procédé, tous les experts ne

s'accordent pas sur une seule et même date. Et sans verser dans la virulence d'une « Bataille d'Hernani » à la sauce 2.0, certains parlent de 1983 en tant qu'année de référence tandis que d'autres la placent une année plus tard, soit 1984. Quant à l'inventeur de l'impression 3D, si Arnaud Guedou précise que c'est une équipe de chercheurs et d'ingénieurs français composée d'Alain Le Méhauté (Alcatel), Olivier de Witte (Cilas) et de Jean-Claude André (CNRS) qui en est à l'origine et a breveté le procédé, en raison du désengagement d'Alcatel et Cilas qui ne voyaient aucun

poignée d'entreprises ». En fait, il faudra patienter encore deux ans avant que 3D Systems ne mette réellement sur le marché le premier modèle de série, la SLA-2502. Evidemment, même si l'on pressentait déjà le potentiel énorme de l'impression 3D, n'en demeurait pas moins que le procédé axé autour d'un rayon UV tapant dans une sorte de liquide visqueux ressemblant à du miel s'avérait loin d'être pratique même s'il prouvait être en mesure de créer des pièces complexes. Une étape majeure est franchie en 1993 avec l'apparition du procédé 3DP (Three Dimensional



avenir pour celui-ci, les spécialistes n'en retiennent pas moins pour géniteur officiel l'ingénieur américain Charles Hull, aujourd'hui Vice-président de 3D Systems. Avant la décennie 1980, il est toutefois amusant de noter que l'imprimante tridimensionnelle relevait ni plus, ni moins, de la science-fiction ! L'écrivain anglais d'anticipation Arthur C. Clarke évoquait-il pas dans les années 1960 une « machine à répliquer les objets comme on imprimait des livres, ce qui aurait un effet profondément positif sur la société ». Jusqu'au dessinateur Hergé qui, en 1972, a imaginé que l'inénarrable professeur Tournesol inventait une photocopieuse tridimensionnelle pour les besoins de « Tintin et Le Lac aux requins ». En tout état de cause, ainsi que le souligne Arnaud Guedou, la première machine officiellement commercialisée en 1986 reposait sur ce principe breveté par 3D Systems de Stéréolithographie. « On ne parlait pas encore à cette époque d'impression 3D dans la mesure où il s'agissait d'une espèce de prototype testé par une

Printing) mis au point par le MIT (Massachusetts Institute of Technology). Une technique assez proche de celle employée pour les imprimantes 2D à jet d'encre, en l'occurrence la projection d'une glue sur une surface de poudre pour former peu à peu l'objet. Et en 1995, l'entreprise Z Corporation obtient du MIT le droit d'utilisation exclusif du procédé 3DP et débute le développement de ses imprimantes destinées uniquement au monde industriel. L'année suivante apparaît charnière pour le monde naissant de l'impression 3D avec le lancement de trois modèles majeurs : la Genesys de Stratasys, l'Actua 2100 de 3D Systems et la Z402 de Z Corporation. Pour la première fois, ce type de machine de prototypage rapide se voit qualifié d'imprimante 3D.

>>> La 3D au « chevet » de la médecine

Tandis que les constructeurs ne vont plus cesser alors de mettre au point, d'améliorer et développer de nouveaux procédés, l'univers médical s'en empare à partir de 1999, année où une



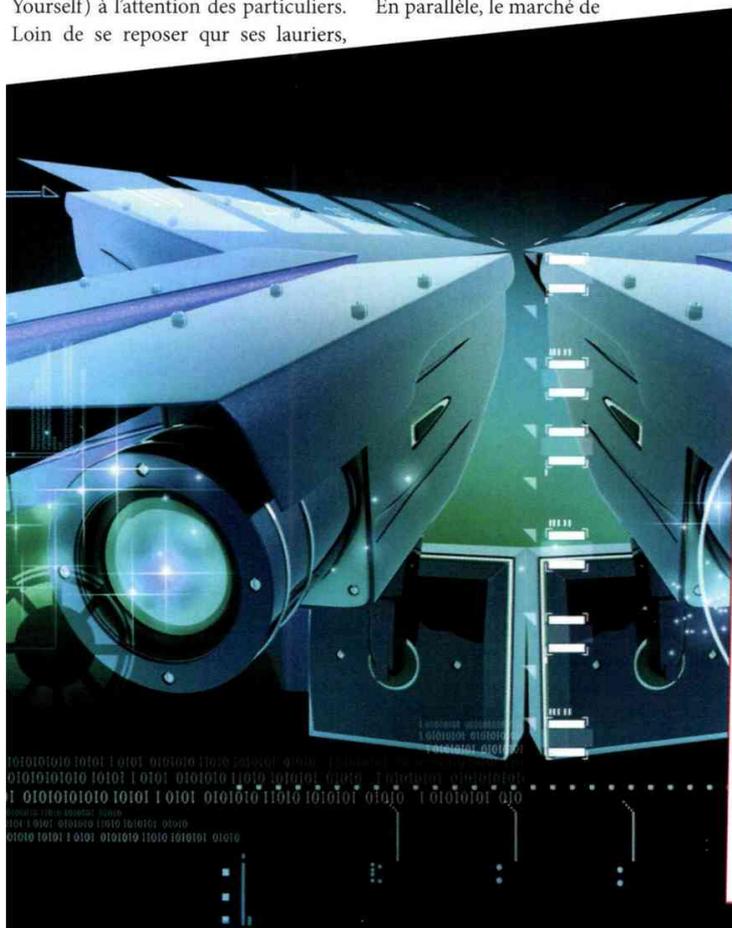


COMMUNICATION

première « prothèse » permettant d'accompagner l'agrandissement de la vessie d'un patient est élaborée. Enrobé de cellules du malade afin de réduire les risques de rejet, cet objet en 3D constitue une avancée majeure ouvrant de nouvelles perspectives à la médecine. Laquelle avancée s'amplifie davantage encore en 2002 avec la « re-création » d'un rein fonctionnel par les universitaires du laboratoire Wake Forest Institute for Regenerative Medicine. Autre date clé : 2005. C'est en effet cette année-là que le docteur Adrien Boyier et son équipe de l'Université de Bath imaginent sous le nom de projet RepRap une prouesse technologique en lançant la construction d'une imprimante 3D capable de créer les pièces utiles à son fonctionnement. Le premier modèle opérationnel, la Darwin, entièrement open source, sera disponible en 2007, permettant aux architectes, aux designers et aux ingénieurs de pouvoir créer des plans de manière conjointe et faire imprimer des objets complexes à prix abordable. Une « démocratisation » de la 3D qui s'ouvre au grand public à compter de 2009 lorsque la société MakerBot Industries propose à la vente un kit DIY (Do It Yourself) à l'attention des particuliers. Loin de se reposer sur ses lauriers,

l'impression 3D à vocation médicale poursuit son irrésistible développement avec la mise au point à la fin de l'année 2010, d'une bio-imprimante 3D permettant la création d'Organovo, un vaisseau sanguin fonctionnel. Quant à la sphère industrielle, celle-ci marque un essor considérable dans l'univers de l'aéronautique avec la conception, en 2011, par les ingénieurs de l'Université de Southampton, d'un avion sans pilote au prix imbattable de cinq mille livres. Une prouesse tant technique qu'économique rendue possible grâce à l'impression 3D des pièces du fuselage en un temps record et avec une finesse remarquable. Cette même année 2011 voit l'avènement d'une autre prouesse, cette fois dans l'automobile, avec Urbee, une voiture conçue par la société Kor Ecologic, dont la carrosserie est complètement composée de pièces imprimées à l'aide d'une machine 3D. En 2012, nouvel exploit médical grâce à ce procédé avec une équipe de chercheurs et d'ingénieurs Néerlandais qui réussissent à élaborer une prothèse de maxillaire inférieur.

>>> Des perspectives quasi sans limites
En parallèle, le marché de



Du côté du Droit

Questions à Laurent Barissat, avocat associé du cabinet Clairmont Avocats



Avec une augmentation de 50% de leurs ventes enregistrée sur le premier semestre 2014 prévue pour quadrupler d'ici à 2015, les imprimantes 3D représentent désormais un « gâteau » tout ce qu'il y a d'appétissant. En particulier du côté des contrefacteurs qui pourraient bien voir un filon exponentiel à exploiter. Un risque d'autant plus grand qu'il peut s'accompagner d'une multiplication et d'un éparpillement des réseaux de fabrication et de distribution, alourdissant ainsi un contrôle de la contrefaçon déjà difficile à mettre en œuvre. Le point avec ce spécialiste en protection, exploitation, gestion et défense des droits de propriété intellectuelle qu'est maître Laurent Barissat.

Informations Entreprise : Quel est ou sera le cadre légal des reproductions « domestiques » dites aussi reproductions à titre privé ?

Laurent Barissat : Dans tous les droits de propriété intellectuelle, qu'il s'agisse du droit d'auteur, du droit des brevets ou du droit des marques, il existe une exception sous la forme de la reproduction effectuée dans le cadre familial. Laquelle exception permet donc de reproduire un disque, un livre ou bien encore un sac de grande marque à la condition que cela ne dépasse pas ce cadre. Même s'il n'y a pas de chiffre précis, on estime qu'en dessous de dix reproductions, on se trouve dans ce fameux cercle familial.

IE : Quels sont les plus grands risques juridiques pour les industriels et fabricants ?

LB : Pour le moment, les risques se concentrent plus spécialement sur la reproduction et la fabrication de produits assez simples de type coques de téléphone déjà beaucoup reproduites par imprimante 3D. Tout simplement parce que nous n'en sommes encore qu'aux débuts de ce type d'impression effectuée avec des matériaux accessibles tels le plastique et autres composites.

IE : Risque-t-on de voir apparaître un marché parallèle lié à la contrefaçon ?

LB : Tout-à-fait ! D'autant que la contrefaçon peut s'effectuer de deux manières. Soit on achète un produit et on va réaliser un scan de celui-ci. Lequel est alors transformé en fichier numérique qui pourra être ensuite transféré à beaucoup de gens, notamment par le biais d'Internet comme tel est le cas des téléchargements en matière de musique ou de film. Soit le fabricant remet un fichier à l'un de ses clients pour que celui-ci reproduise lui-même un objet, ce qui est parfaitement légal, mais que le fichier en question fasse ensuite l'objet d'une copie sans autorisation.

IE : Quels peuvent-être les recours des industriels dans ces situations ?

LB : Peuvent déjà être actionnés les moyens standards de lutte contre la contrefaçon. Mais aussi de nouveaux moyens comme par exemple inciter les fabricants à protéger leurs fichiers par le recours à des moyens techniques d'anti-copie. S'il n'existe pas encore de jurisprudence dans ce domaine, l'évolution n'en sera pas moins rapide dans le sens où l'on estime que d'ici quatre ou cinq ans un très grand nombre d'objets seront imprimés en 3D. Il faut cependant savoir que pour l'heure, il n'existe pas d'accords internationaux en matière d'impression 3D. Par là-même, si un jugement venait à être rendu, il serait donc nécessaire de recourir à la procédure dite de l'exequatur pour espérer faire appliquer une décision de justice hors de nos frontières.





l'impression 3D est en pleine expansion et entre dans une phase de transition historique avec la fusion des entreprises Stratasys et Objet qui deviennent le pure player du genre le plus coté au monde avec 1,4 milliard de dollars. Une croissance qui s'intensifie en 2013 avec le rachat de MarketBot jusqu'à alors principal constructeur d'imprimantes 3D personnelles. Lequel marché B2C est passé de 355 unités vendues en 2008 à 23265 en 2011 et 35508 en 2013 ! Une croissance exponentielle non dénuée de dérives avec la diffusion l'an dernier sur la Toile d'une vidéo donnant le mode d'emploi de la construction d'une arme à feu à partir d'une impression 3D. Alerté, le gouvernement américain a eu beau en interdire la diffusion, celle-ci n'en avait pas moins été préalablement téléchargée une bonne dizaine de milliers de fois. Les secteurs impactés par le 3D Printing étant désormais innombrables, les protagonistes d'un secteur sous étroit contrôle de quelques (très) gros détenteurs de brevets ne cessent d'apporter leur « pierre » à un édifice en perpétuelle exploration. Poursuivant sur sa technologie MOVINGLight* qui apporte un niveau de perfection inégalé des pièces réalisées ainsi qu'un gain considérable en rentabilité dans la production d'objets pour une grande diversité d'usages industriels

et biomédicaux grâce à l'introduction du mouvement DLP, en l'occurrence une puce microélectronique fabriquée par Texas Instrument que l'on utilise dans les vidéoprojecteurs, le groupe français Gorgé via sa société Prodways a ainsi mis au point une toute nouvelle gamme d'imprimantes 3D dont les plus grandes atteignent le nombre record de près d'un milliard de pixels par couche ! Cela, sans augmenter le coût ou le temps de fabrication. Parmi les autres innovations, présentes ou à venir, évoquons le distributeur d'objets imprimés Dreamvendor 2 mis au point par les étudiants de Virginia Tech, l'impression en 3D de fruits imaginée par Dovetailed, « l'imprimeuse » de maison BetAbram permettant d'imprimer en 3D des fondations allant de 12 m2 à 144 m2, Chocabyte, l'impression 3D du chocolat ou bien encore Buccaneer, la première imprimante 3D low cost conçue par Pirate 3D. Si le domaine ne paraît plus connaître de limites et qu'une nouvelle génération de e-objets manufacturés, pensés par des designers professionnels, mais terminés grâce aux « data » de l'utilisateur va vraisemblablement voir prochainement le jour, attention tout de même aux dangers dorénavant induits par le facile accès à cette technologie en dehors de la chaîne industrielle de production et de contrôle. Il ne faut en effet jamais perdre de vue le risque, en jouant les « Merlin l'Enchanteur » du troisième type, à ce que toute cette belle créativité tridimensionnelle n'engendre une ribambelle d'objets aussi toxiques au sens propre qu'au sens figuré ! ■

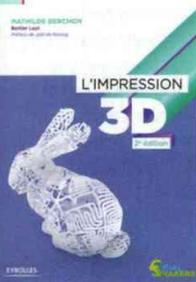
A lire ...



©Garance Li.

« L'impression 3D » par Mathilde Berchon avec la collaboration de Bertier Luyt, préface Joël de Rosnay, 2ème édition*

L'argument : Ainsi que son titre l'indique, cet ouvrage (le premier du genre en France) tout ce qu'il y a de limpide tant dans son écriture que dans sa manière d'évoquer un procédé qui l'est nettement moins est tout entier axé autour de ce qui permet de créer des objets par superposition de fines couches de matière. Technologie aujourd'hui en plein essor, l'impression 3D a longtemps été réservée aux industries de pointe avant de connaître une démocratisation avec l'arrivée sur le marché d'imprimantes moins onéreuses et plus rapides, ainsi qu'un choix plus varié de matériaux imprimables. C'est donc un panorama complet que nous propose de découvrir ce livre, depuis les différents procédés jusqu'aux différents types de machines en passant par ses multiples champs d'application (design, architecture, médecine, agroalimentaire...). Avec, en prime, toute une série de conseils pratiques pour les particuliers. Un guide précieux aussi sur le plan sociologique pour son analyse de l'impact que risque d'avoir ce nouveau mode de fabrication risque d'avoir un formidable impact sur notre société, en remettant en cause toute la chaîne de production traditionnelle.



L'auteur : Mathilde Berchon est consultante spécialisée en impression 3D et open hardware. Elle a en particulier collaboré avec Sculpteo, service français d'impression 3D en ligne et CKAB, distributeur d'imprimantes 3D personnelles. Vivant à San Francisco, elle y anime le site et podcast "MakingSociety", dédié aux makers entrepreneurs.
www.makingsociety.com

*213 pages - 25 € - Editions Eyrolles

