

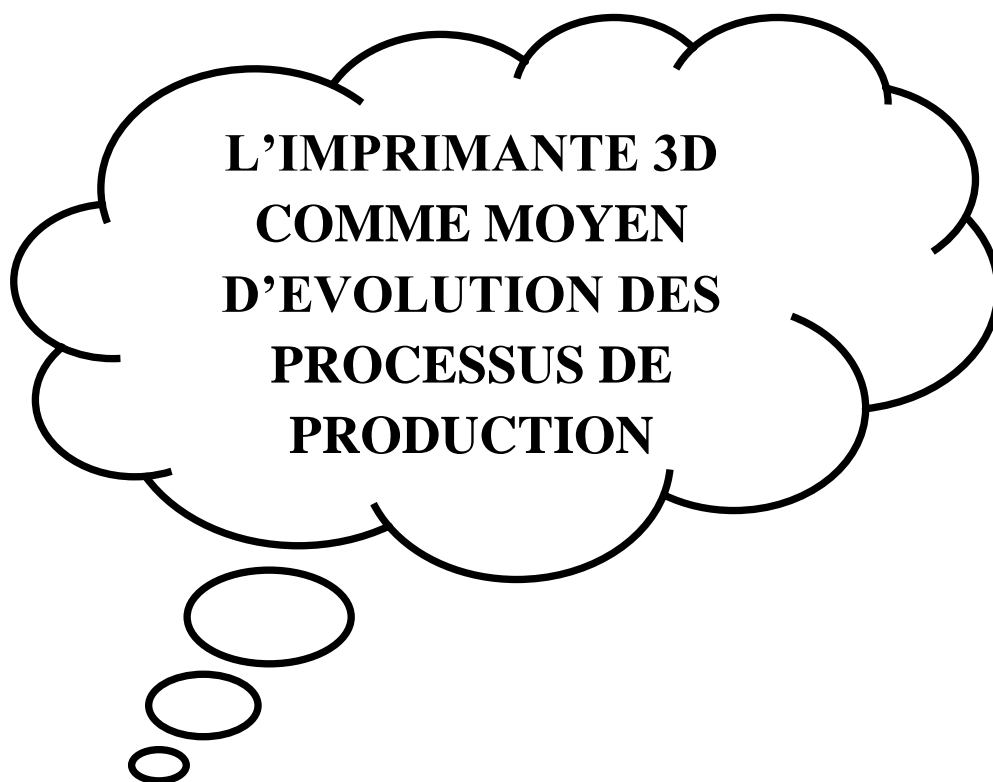
Lab.RII

UNIVERSITÉ DU LITTORAL CÔTE D'OPALE
Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation

CAHIERS DU LAB.RII
- DOCUMENTS DE TRAVAIL -

N°288

Janvier 2015



**L'IMPRIMANTE 3D
COMME MOYEN
D'EVOLUTION DES
PROCESSUS DE
PRODUCTION**

Saïd BOUGOUR

L'IMPRIMANTE 3D COMME MOYEN D'EVOLUTION DES PROCESSUS DE PRODUCTION

3D PRINTING AS A MEANS OF CHANGES IN PRODUCTION PROCESSES

Saïd BOUGOUR¹

Résumé : En résumé, nous pouvons dire que l'impression 3D est très récente et elles continuent de se développer et de s'améliorer. Elle repose sur des technologies utilisant des notions de physique, de chimie et de biologie accessibles jusqu'à lors que par les industriels et les scientifiques. Ces applications sont très variées ; et du fait des prix de production réduits, il est prévu par exemple que l'impression 3D pourra permettre la relocalisation des usines en Europe dans les prochaines décennies.

Abstract: In summary, we can say that 3D printing is very recent and they continue to grow and improve. It is based on technologies using concepts of physics, chemistry and biology accessible until then by industrialists and scientists. These applications are very varied, and because of the reduced price of production, it is expected, for example, 3D printing will allow the relocation of factories in Europe in the coming decades.

© Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation
Université du Littoral Côte d'Opale, janvier 2015

¹ MASTER 2 : **E**lectronique et **I**nstrumentation, ULCO

L'IMPRIMANTE 3D COMME MOYEN D'EVOLUTION DES PROCESSUS DE PRODUCTION

3D PRINTING AS A MEANS OF CHANGES IN PRODUCTION PROCESSES

Saïd BOUGOUR

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
1. PRESENTATION D'IMPRIMANTE 3D	4
1.1. Description des imprimantes 3D	4
1.2. La technologie des imprimantes 3D	5
2. HISTORIQUE ET MARCHE DES IMPRIMANTES 3D	6
2.1. Historique des imprimantes 3D	6
2.2. Le marché des imprimantes 3D	8
3. LES APPLICATIONS DES IMPRIMANTES 3D	10
3.1. Les entreprises qui fabriquent les imprimantes 3D	11
3.2. Les clients des imprimantes 3D	13
4. L'IMPRIMANTE 3D : UNE NOUVELLE FAÇON DE PRODUIRE	13
4.1. Le Fab-Lab	13
4.2. Fab-Café	14
4.3. L'imprimante 3D et l'évolution des processus de production	15
4.4. Recherche et développement dans le domaine d'impression 3D	16
5. LES AVANTAGES ET LIMITES DE L'IMPRIMANTE 3D	17
5.1. Les avantages de l'imprimante 3D	17
5.2. Les limites de l'imprimante 3D	17
CONCLUSION	18
BIBLIOGRAPHIE	18

INTRODUCTION

Comme chaque designer le sait, transformer une grande idée en un objet concret et pouvoir le tenir dans sa main est quelque chose de magique. Cet idéal est en fait une réalité mondiale pour les designers et ingénieurs exigeants et avertis. Des prototypes à la demande, disponibles en deux heures grâce à une machine d'impression propre et dans des bureaux classiques et calmes.

1. PRESENTATION D'IMPRIMANTE 3D

1.1. Description des imprimantes 3D

Le principe de l'impression 3D est donc assez proche de celui d'une imprimante 2D classique : l'impression 3D d'un objet réel se fait à partir d'un fichier CAO (Conception Assistée par Ordinateur) en le découpant en tranches puis en déposant ou solidifiant de la matière couche par couche. Ex : (plastique, métal, argile, résine, gré, etc).

L'objectif fondamental d'une imprimante 3D est de transformer rapidement une idée en objet réel. Cette idée est d'abord consignée sous un modèle informatique 3D créé par des logiciels en CAO (Conception Assistée par Ordinateur) 3D tels que SolidWorks.

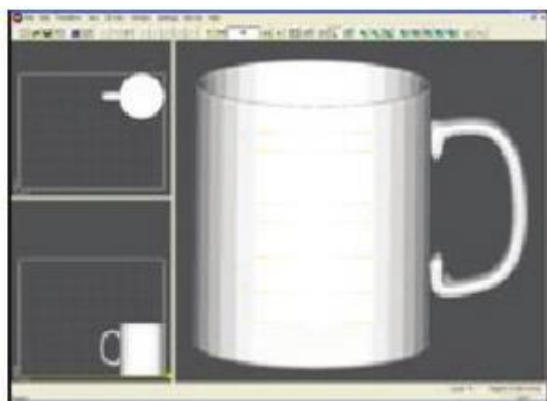
Logiciel CAO



Maillage



Le logiciel CAO exporte les fichiers en format standard pour l'impression en 3D. Le fichier exporté est un maillage qui englobe un volume en 3D.



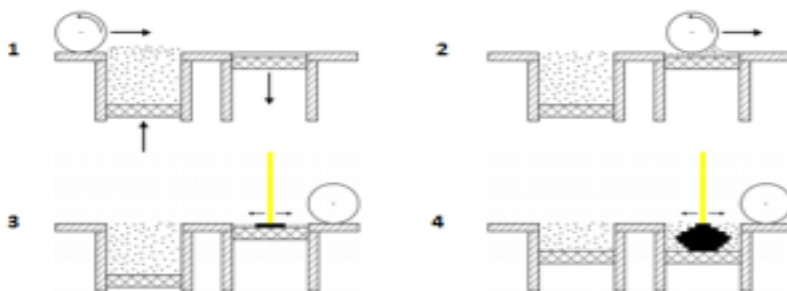
Le logiciel de l'imprimante 3D découpe en sections le fichier du modèle 3D sous forme de centaines d'images numériques, chacune d'elles correspondant à une couche du modèle à imprimer.



Les couches sont empilées les unes sur les autres jusqu'à ce que le modèle soit terminé.

1.2. La technologie des imprimantes 3D

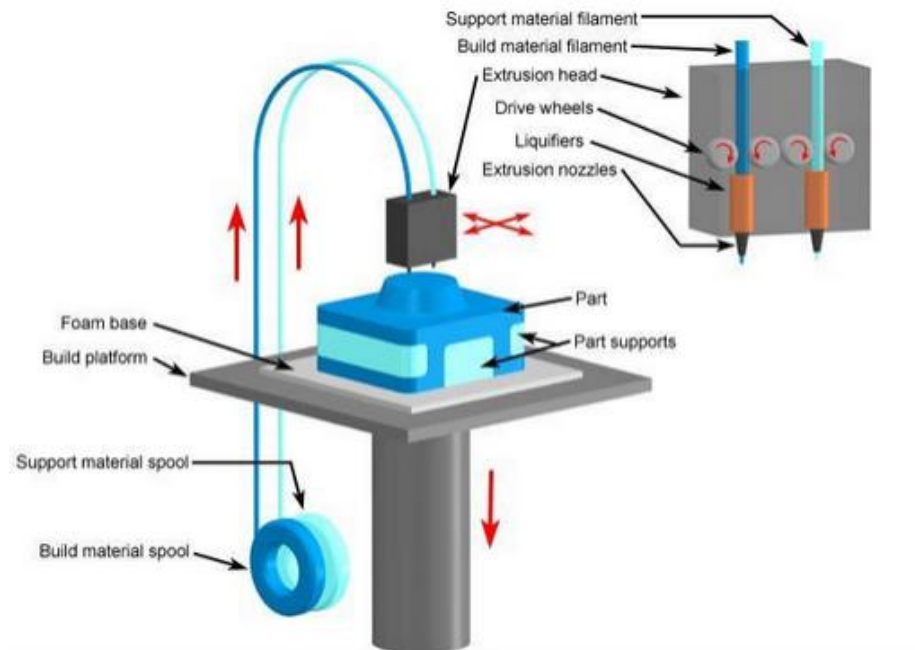
Frittage sélectif par laser « SLS » : Cette technique, connue en anglais sous le nom de SLS (selective laser sintering), permet d'imprimer des objets fonctionnels sans avoir recours à un liant intermédiaire ou à une éventuelle étape d'assemblage. Ensuite, l'impression se fait couche par couche, à partir de poudres fusionnées, grâce à la température générée par un laser CO₂.



Initialement, un premier conteneur est rempli du matériel en poudre (celui de gauche sur le schéma ci-dessus) tandis qu'un second conteneur reste vide (celui de droite sur le schéma). Les deux conteneurs possèdent chacun un piston, positionné vers le bas pour le conteneur plein et vers le haut, au niveau de la surface de la table, pour le conteneur vide. Le procédé commence par la déposition d'une couche fine de poudre (de l'ordre de 0,1 mm). A chaque aller-retour, le premier piston se lève tandis que le second piston se baisse d'un cran égal à

l'épaisseur de la couche (1). Deuxième étape, un rouleau passe sur la poudre et dépose une fine couche sur le deuxième conteneur (2). La couche déposée est balayée par le faisceau laser qui provoque la fusion puis la consolidation de la poudre (3). Les étapes sont répétées jusqu'à obtenir la pièce solide en 3D identique au fichier CAO d'origine (4).

Dépôt de matière fondue « FDM » : Après le Frittage Sélectif par Laser, on s'attaque la principale technologie derrière les imprimantes 3D maison, l'impression par dépôt de matière fondue. La technologie, plus connue sous son nom anglais de 'Fused Deposition Modeling' (FDM), a été développée par S. Scott Crump à la fin des années 80 et commercialisée en 1990 par Stratasys (USA), entreprise dont il est le fondateur.



L'impression 3D démarre par la mise à température de la machine (autour de 200°C), nécessaire pour la fusion de la matière. Une fois la machine chauffée, un fil de matière, de l'ordre de 0.1 millimètre de diamètre, est alors extrudé sur une plateforme à travers une buse se déplaçant sur 3 axes, x, y et z. La plateforme descend d'un niveau à chaque nouvelle couche appliquée, jusqu'à impression de l'objet.

2. HISTORIQUE ET MARCHE DES IMPRIMANTES 3D

2.1. Historique des imprimantes 3D

Si le phénomène Impression 3D s'emballé depuis quelques années, le procédé existe pourtant depuis le milieu des années 1980. Voici un bref historique de l'impression 3D présentant les grands tournants techniques ou pratiques.

1983-1986 : la naissance de l'impression 3D

Cette première imprimante 3D débouchera sur le premier modèle de série en 1988 : la SLA-2502 de 3D Systems. L'imprimante sert alors aux industriels à créer des objets pour tester leur design avant de décider la production des pièces en série.

1990-1992 : l'impression couche après couche

Ce n'est pas encore parfait loin de là mais le potentiel énorme de l'impression 3D se dévoile avec la création couche après couche d'objets 3D. Pas super pratique mais plutôt efficace, l'impression 3D prouve qu'elle est capable de créer des pièces complexes.

2005 : Lancement du RepRap Project

Le Dr Adrian Boyier et son équipe de l'Université de Bath imaginent une prouesse technologique en lançant la construction d'une imprimante 3D capable de créer les pièces utiles à son fonctionnement. Leur but ? Rendre le plus accessible possible l'impression 3D où une machine auto-repliquante « viraliserait » son usage et les services qu'elle peut apporter.

2010 : Un vaisseau sanguin imprimé avec une imprimante 3D

L'impression 3D à vocation médicale fait son petit bout de chemin mais à la fin 2010 tout s'accélère. En décembre 2010, une équipe de chercheurs parvient à créer avec une bio-imprimante 3D Organovo un vaisseau sanguin fonctionnel.

2011 : Un premier drone à 5000 Livres Sterling

Les ingénieurs de l'Université de Southampton parviennent à créer un avion sans pilote en une semaine pour le prix de 5000 Livres Sterling. Salsa (c'est le nom de cet avion) mesure prêt de 2m d'envergure et est propulsée par un moteur électrique lui permettant d'atteindre la vitesse de 160km/h. Imprimées grâce à la technologie SLS, les pièces du fuselage ont été produites en un temps record et avec une finesse remarquable.

2011 : Après l'avion : la voiture

Lors de la conférence TedX de Winnipeg au Canada, la société Kor Ecologic présente Urbee, une voiture dont la carrosserie est complètement composée de pièces imprimées à l'aide d'une imprimante 3D. Urbee est « eco-friendly » et est dessinée pour consommer le moins de carburant possible. 1,18 litres aux cent kilomètre sur autoroute et moitié moins en ville. On estime qu'elle coûterait entre 10000 et 50000 dollars si le projet commercial est viable.

2011 : L'or et l'argent en impression Grand Public

i.materialise.com propose l'impression d'objets en or ou en argent. Plus que jamais le monde de l'imprimante 3D fait les yeux doux aux artisans et bijoutiers. Plus besoin de moules pour tirer des pièces en série, le bijou est unique et à prix réduit.

2013 : Une arme à feu fonctionnelle

Triste jour pour l'impression 3D avec l'un de ses plus gros buzz : la diffusion d'une vidéo, puis plus conséquemment, des plans d'une arme à feu. Le tout fait polémique et remonte jusqu'au gouvernement américain qui interdit leurs diffusions.

2.2. Le marché des imprimantes 3D

L'imprimante 3D la moins et le plus chère :

L'imprimante la moins chère



Nom : Micro-3
Fabricant : M3D
Type : Particulier/bureau
Pays de fabrication : USA
Technologie : Dépôt de matière fondue
Prix : 225 €

L'imprimante le plus chère



Nom : Solido SD300 Pro
Fabricant : Solido
Type : Professionnelle
Pays de fabrication : USA
Technologie : Laminage par dépôt sélectif
Prix : 7396 €

Coût des logiciels CAO (Conception Assistée par Ordinateur) :

Exemple SolidWorks :

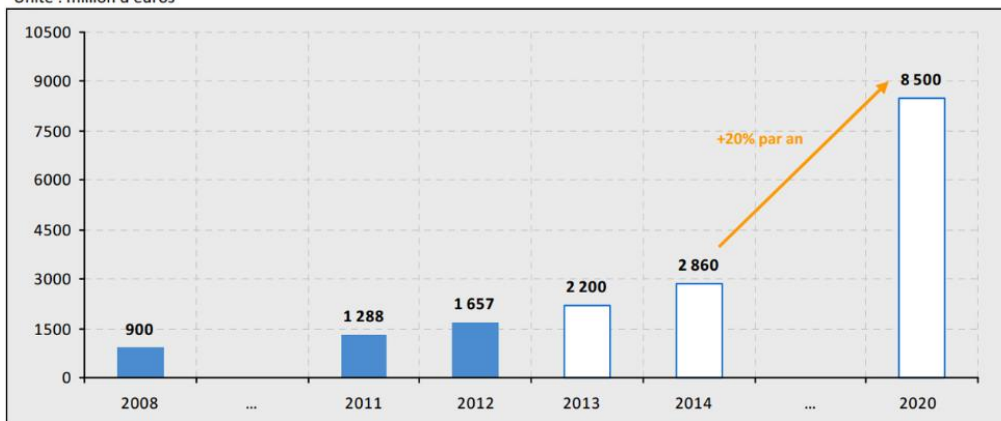
- Version débutant : 500€ édition standard.
- Version Professionnel : entre 6000€ et 10 000€ suivant les options.
- ❖ Tous les logiciels de Conception Assistée par Ordinateur est payants. Il n'existe pas de version gratuite.

Coût de maintenance des imprimantes 3D :

Le coût d'un contrat de maintenance de matériel d'impression 3D est variable d'une société à l'autre, il peut aller d'une cinquantaine à plusieurs centaines d'euros par mois. Pour une parfaite maîtrise du budget, mieux vaut préférer un contrat basé sur le nombre réel des objets imprimés. Le prix de ce service ne peut être obtenu que sur devis.

Le marché mondial de l'impression 3D à l'horizon 2020

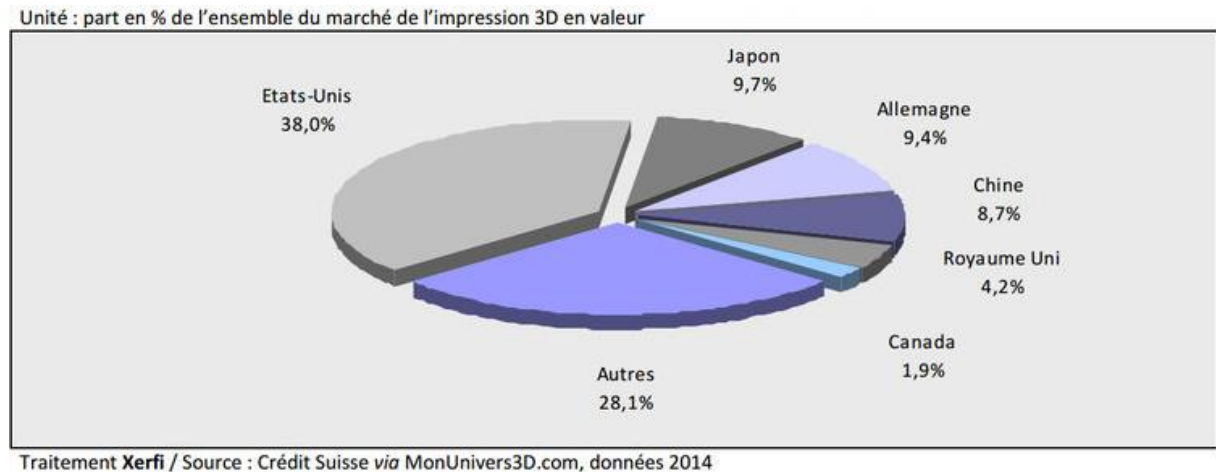
Unité : million d'euros



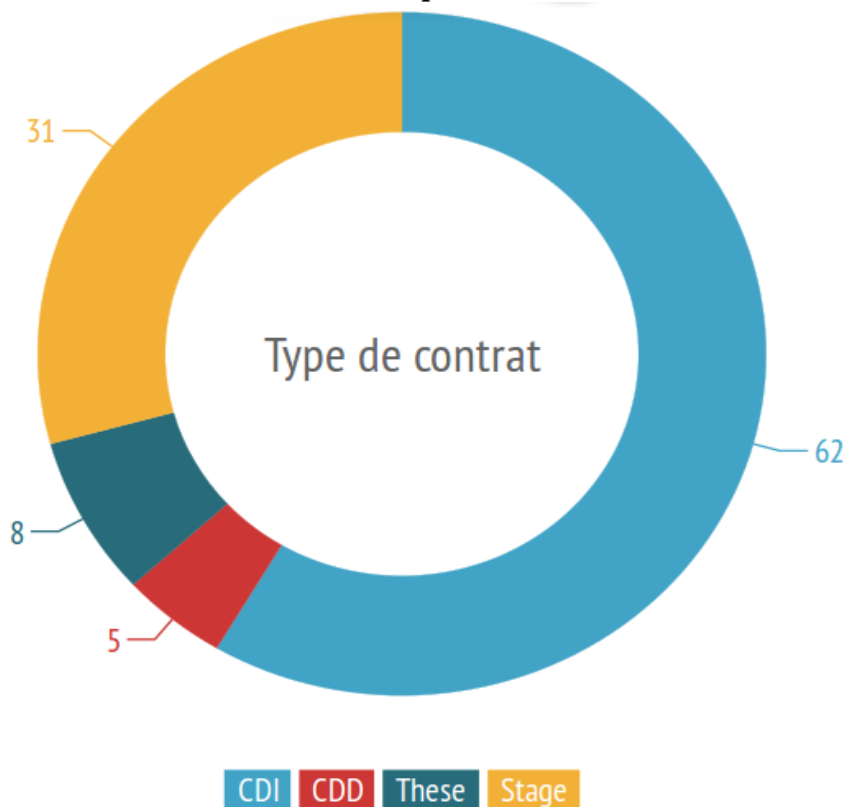
Prévisions Xerfi / Source : Xerfi d'après Roland Berger, Wohlers Associates, Canalis, Oliver Wyman et presse professionnelle

Le marché présenté ci-dessus correspond aux ventes de matériel d'impression (imprimantes 3D, etc.) et d'intrants ainsi qu'aux services associés (impression à la demande, installation/maintenance, aide à la conception 3D, etc.).

La répartition du marché mondial de l'impression 3D par zone géographique

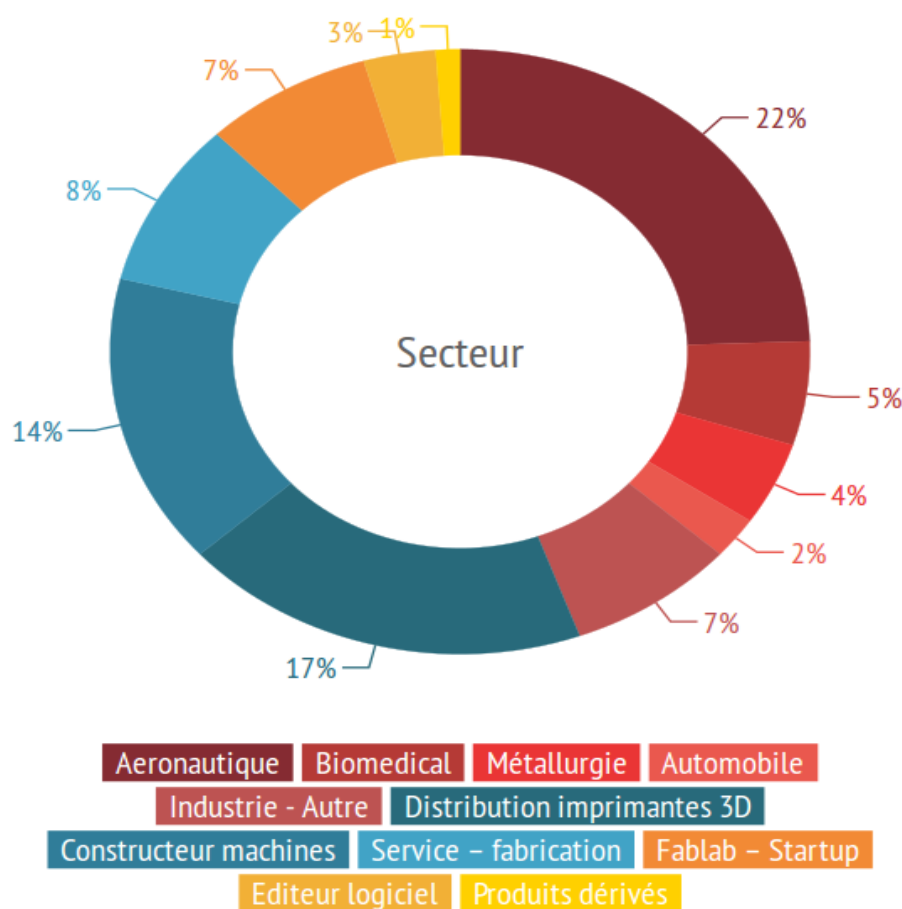


Types de contrat recherchés dans l'impression 3D :



Signe que les entreprises souhaitent intégrer de manière durable l'impression 3D dans leurs activités (quand ce n'est pas leur activité principale), la plupart des postes proposés sont des CDI. Les stagiaires ne sont pas en reste puisqu'ils sont souvent assignés à des projets d'études prospectives ou de veille technique permettant de situer les besoins de l'entreprise vis à vis de l'offre ou d'estimer les gains potentiels permis par l'impression 3D.

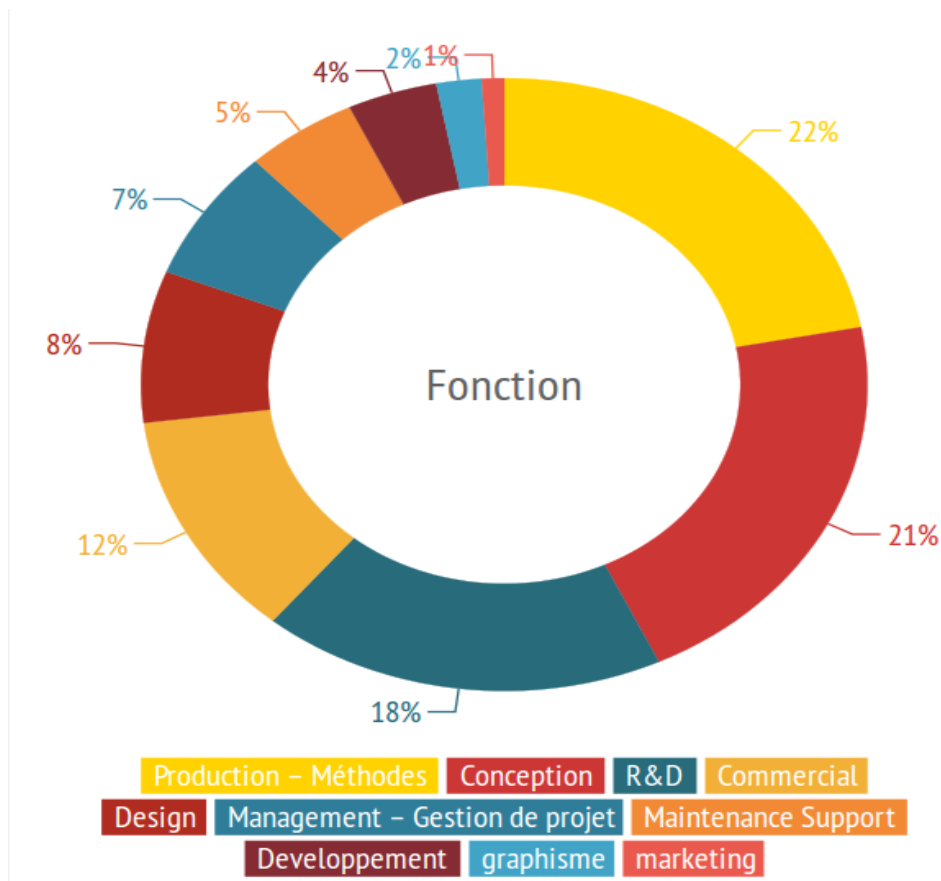
Les secteurs qui recrutent dans l'impression 3D



Les secteurs d'activités qui recrutent le plus sont ceux liés à l'industrie (en rouge sur le diagramme), aéronautique en tête qui prépare l'arrivée sur ses lignes de production des machines de fabrication additive métallique permettant d'effectuer des gains de masses significatifs sur les pièces fabriquées. On retrouve en deuxième place le secteur biomédical qui est également intéressé par l'impression 3D pour le développement de prothèses. De son côté, le secteur de l'automobile ne voit pas encore dans l'impression 3D un procédé adapté à ses très fortes cadences de production, les 2% correspondent à des offres liées au prototypage de pièces (tests de nouveaux tableaux de bords, mise au point de concept cars, etc...) ou au développement de pièces sur mesure pour le sport mécanique.

3. LES APPLICATIONS DES IMPRIMANTES 3D

Comme on pouvait s'y attendre après avoir analysé les secteurs d'activités, les fonctions les plus recherchées sont celles liées à l'industrie. Les techniciens, ingénieurs et/ou docteurs capable de concevoir des pièces adaptées à la fabrication additive, sachant faire fonctionner les machines, les maintenir ou même développer les procédés « R&D » (Recherche et Développement) sont particulièrement recherchés. Une partie non négligeable des offres en maintenance/support concernent le SAV des imprimantes grand public et la formation à leur utilisation. Il est intéressant de noter la bonne place des designers dans les profils recherchés. Cela est dû en partie au développement de problématiques telles que les nouveaux usages liés à l'impression 3D (Fabrication sur demande, personnalisation de masse...) mais également le besoin de développer de nouveaux outils et méthodes de conceptions adaptées à ce procédé.



3.1. Les entreprises qui fabriquent les imprimantes 3D

Phenix Systems « Made in France » :



Créée en 2000, la société emploie une cinquantaine de personnes. Le Français conçoit, fabrique et commercialise des équipements en 3D en métal et céramique. La 'technologie unique Direct Metal' repose sur un frittage laser qui se distingue par la qualité de la poudre de céramique développée par Phenix, la finesse des détails ainsi que la réduction des supports de fabrication. Parmi les clients de Phenix, on compte des noms prestigieux de l'industrie du luxe (Rolex et Cartier) ainsi qu'un des plus grands noms de l'industrie pneumatique (Michelin).

Malgré l'engouement grandissant pour les technologies d'impression 3D, la société française a dû faire face à une baisse de son chiffre d'affaires en recul de 5,9 millions en 2011 à seulement 3,8 millions en 2012, selon Les Échos. Les deux actionnaires majoritaires qui

détenaient chacun 13% du capital ont signé la vente pour la jolie somme de 15 millions d'euros.

3D Systems « Made in USA » :



3D Systems France a été fondée en 1986 est la filiale française du groupe américain 3D Systems qui propose sept moteurs d'impression 3D, une centaine de matériaux d'impression 3D et détient environ 1300 brevets. Par ailleurs, la société a aussi des services d'impression « à la demande » permettant aussi bien aux particuliers qu'aux professionnels de trouver ponctuellement des solutions d'impression en 3D. 3D Systems a également développé des logiciels de modélisation en CAO.

Le chiffre d'affaires de 3D Systems était de 353,6 millions de dollars en 2012, pour un millier d'employés dans le monde. En 2013, 3D Systems a acquis 80% du capital de la société française Phenix Systems à 15 millions d'euros.

Winsun « Made in China » :



Il n'aura fallu qu'un seul jour pour fabriquer la première maison par impression 3D et c'est dans la ville de Shanghai que cela s'est passé il y a quelques semaines. C'est la société Shanghai WinSun Decoration Engineering Co qui est à l'origine de ce baptême dans l'industrie de la construction et explique travailler depuis plusieurs années sur la machine et les matériaux de construction.

L'imprimante 3D développée par le groupe chinois est imposante, elle mesure 32 mètres de long, 10 mètres de large pour 6,6 mètres de hauteur et permet de réaliser des murs en seulement quelques heures. Le matériau d'impression utilisé est également innovant et éco-responsable, il s'agit d'un béton composé à base de ciment et de fibre de verre, issus de déchets de construction. Les dix maisons imprimées en 3D mesurent 200 m² chacune pour un coût de seulement 30 000 yuans, soit environ 3 500 euros !

3.2. Les clients des imprimantes 3D

Timberland Company



« Nous pouvons maintenant faire rapidement d'innombrables itérations et variantes de prototypes, et les designers et les responsables marketing peuvent vraiment être certains que le produit correspondra à la fois aux exigences de Timberland et aux attentes des clients. »

Toby Ringdahl Computer Aided Design Manager Timberland Company

Pneus Continental



« Aussi réaliste que soit un modèle en CAO 3D, il n'est jamais aussi convaincant qu'un vrai prototype pour savoir ce qui sortira de la ligne de production. »

Matt Lamb Concepteur de pneus Continental Tire.

4. L'IMPRIMANTE 3D : UNE NOUVELLE FAÇON DE PRODUIRE

4.1. Le Fab-Lab

Description sur les ateliers de Fab-Lab :



Un Fab-Lab (contraction de l'anglais fabrication laboratory, « laboratoire de fabrication ») est un lieu ouvert au public où il est mis à sa disposition toutes sortes d'outils, notamment des machines-outils pilotées par ordinateur, pour la conception et la réalisation d'objets.

La caractéristique principale des Fab-Lab est leur « ouverture ». Ils s'adressent aux entrepreneurs, aux designers, aux artistes, aux bricoleurs, aux étudiants ou aux hackers en tout genre, qui veulent passer plus rapidement de la phase de concept à la phase de prototypage, de la phase de prototypage à la phase de mise au point, de la phase de mise au point à celle de déploiement, etc. Ils regroupent différentes populations, tranches d'âge et métiers différents. Ils constituent aussi un espace de rencontre et de création collaborative qui permet, entre autres, de fabriquer des objets uniques: objets décoratifs, objets de remplacement, prothèses, orthèses, outils...

Pour être appelé Fab-Lab, mise en place par le Massachusetts Institute of Technology (MIT). Pour être identifié en tant que « Fab-Lab MIT », il faut passer une certification et des formations, mais un Fab-Lab n'est pas nécessairement affilié au MIT. Les Fab-Labs sont réunis en un réseau mondial très actif.

En France, l'État désigne ce type d'installation « atelier de fabrication numérique ». Les ateliers de Fab-Lab à Calais : Le Fab-Lab de Calais sera installé dans une pépinière d'entreprises (Marcel-Doret) au premier trimestre 2014 et bénéficiera d'une aide financière de l'État qui reste à préciser, selon la CCI. S'il y aura « inévitablement des créations d'emplois » (un sujet sensible dans un bassin de population qui, avec près de 18 %, affiche le plus fort taux de chômage de la région) elles restent, elles aussi, à chiffrer. Pas de grosses annonces à attendre toutefois sur ce terrain : le Fab-Lab sera surtout un lieu de création estampillé Calaisis. Déjà un bon point pour l'image d'un territoire ...

« Nous avons un excellent dossier et il a été reconnu comme tel par les experts du comité de sélection », explique Jean-Marc Puissesseau, président de la CCI (Chambre de Commerce et d'Industrie), qui précise toutefois qu'il est trop tôt pour évoquer les retombées sur le secteur : « Je me réjouis pour la Côte d'Opale et pour le Calaisis qui va disposer d'un outil exceptionnel dont il est encore difficile d'imaginer aujourd'hui les effets d'entraînement pour nos entreprises, notamment au plan de l'innovation ».

4.2. Fab-Café



A la frontière entre un Fab-Lab, un café et un service d'impression, les Fab-café se sont timidement lancés ces derniers mois dans le monde entier, de Tokyo à Barcelone, en passant par Taipei, Buenos Aires, Berlin ou plus récemment Londres... et cette liste devrait être bientôt complétée par le premier Fab-café de France.

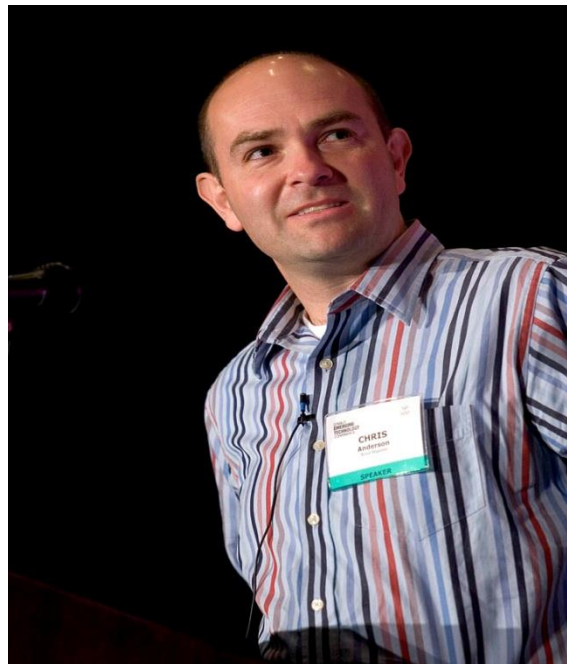
Et c'est dans la ville de Nice que les trois entrepreneurs Corinne, Mélissa et Nicolas ont décidé de lancer le Comptoir de l'Imaginaire, le premier Fab-café de l'hexagone, qui ouvrira à la fin du novembre 2014. Sur un espace de 200m², le lieu accueillera un café ainsi qu'un espace dédié à l'impression 3D comprenant des ordinateurs en accès libre, des scanners 3D mais aussi plusieurs modèles d'imprimantes 3D.

Le client pourra choisir de personnaliser les objets du catalogue mise à disposition au sein du Fab-café ou pourra venir directement avec ses propres créations. En même temps, le café offrira la possibilité de déguster une boisson ou un plat en attendant la conception son objet.

4.3. L'imprimante 3D et l'évolution des processus de production

Chris Anderson, ancien rédacteur en chef du magazine « Wired » et auteur du livre « Makers : la nouvelle révolution industrielle », « *l'imprimante 3D personnelle sera une révolution encore plus importante qu'Internet* »

Le développement de l'impression 3D va-t-il constituer un changement de paradigme dans l'économie que nous connaissons ? A première vue, oui. Selon l'industrie militaire, cette innovation diminuerait 30 fois les coûts de production et 5 fois le temps de production, facilitant la création de prototypes dans le secteur industriel. Elle permettrait également de réduire les coûts de distribution (réduction des coûts de transport et de stockage, capacité à produire à la demande, à répondre aux



besoins en un temps record, à produire des pièces à l'unité...). Elle serait également un moyen de relocaliser certaines productions et ainsi de créer de l'emploi. L'impression 3D, qui rapproche les lieux de production des lieux de consommation pourrait être « éco-friendly » et diminuer l'empreinte écologique de nombreux d'objets (de plus, ce procédé permet de fabriquer des pièces détachées afin de réparer plutôt que de jeter). Les perspectives économiques et industrielles de l'impression 3D semblent donc extraordinaires, car c'est tout la chaîne de valeur qui est remise en cause. Dans le futur, la valeur ajoutée sera à la création et à l'innovation.

4.4. Recherche et développement dans le domaine d'impression 3D

Un cadre imprimé en 3D pour le vélo de demain !

James NOVAK, professeur d'université, chercheur, Diplômé d'un master en Architecture et Design Produit

C'est ainsi que le designer a été amené à fabriquer un vélo d'un nouveau genre incluant un cadre imprimé en 3D à l'allure futuriste. Nécessitant plus de 150 heures de modélisation sous SolidWorks, le vélo n'aurait peut-être jamais vu le jour sans l'aide de la fabrication additive.

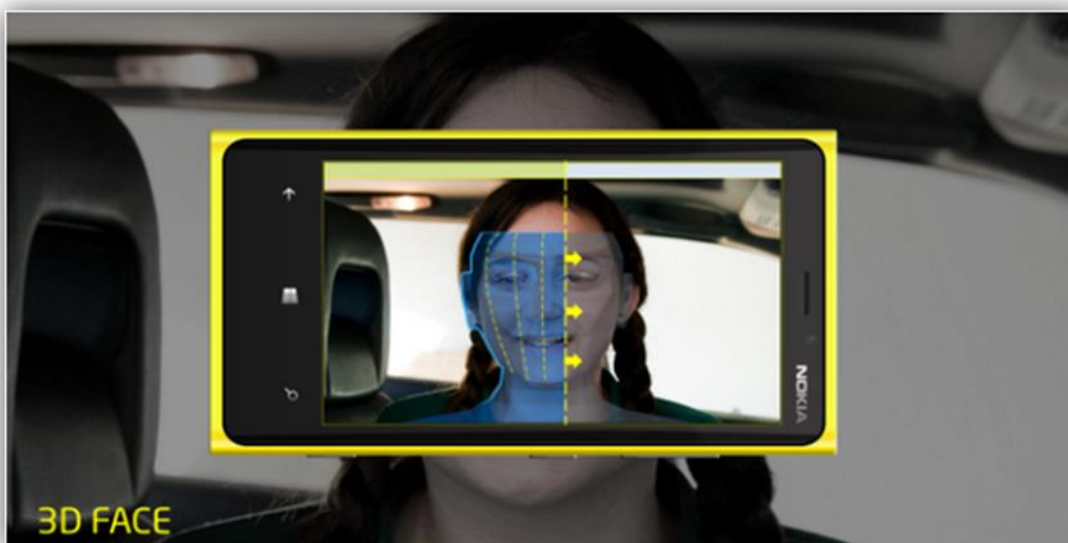
Le cadre, au design en forme de mailles, a été fabriqué d'un seul tenant en collaboration entre M. James Novak et la société belge i.Materialise, à partir d'une imprimante 3D et utilisant une résine liquide comme matière première.

Une étape de peinture du cadre a également été nécessaire avant l'assemblage final du vélo.



Un scanner 3D intégré au prochain Windows phone

Les premières recherches sur le sujet remonte au 30 octobre 2013, lorsqu'une équipe de chez Microsoft présentait une démo intitulée « 3D-Scanning with Mobile Devices » lors des Innovation Day du groupe américain. Microsoft Research précise aujourd'hui un peu plus sa future technologie.



L'outil développé par les chercheurs de chez Microsoft permettra une reconstruction 3D d'un visage ou d'un objet via une interface dénommée Skynet UI (pour User Interface). Le process est relativement simple pour l'utilisateur et s'appuie sur une caméra RGB (qu'on retrouve

notamment dans la Kinect de Microsoft) et une plateforme de retraitement des images numérisées qui sera elle stockée dans le cloud.

Le scan 3D consistera à tourner à 360° avec votre téléphone autour du sujet à numériser, un peu à la manière d'un panorama que vous souhaiteriez immortaliser depuis votre smartphone. Lors de la capture, l'application proposera des conseils personnalisés sur la vitesse et les déplacements à effectuer. Après un temps de chargement, le fichier sera directement visible depuis le téléphone.

5. LES AVANTAGES ET LIMITES DE L'IMPRIMANTE 3D

5.1. Les avantages de l'imprimante 3D

Fabriquer des objets de toutes sortes :

Le principe même de l'imprimante 3D grand public est de permettre aux particuliers de créer leurs propres objets en plastique. Ainsi, il est par exemple possible de fabriquer de la vaisselle en plastique, donc incassable, mais aussi des jouets pour les enfants. La précision offerte par l'imprimante 3D grand public est suffisante pour développer des objets relativement techniques. L'imprimante 3D est donc un excellent outil pour développer la créativité.

Réparer ses objets cassés

Bien souvent, lorsqu'un appareil électroménager vient à casser, le premier réflexe est de se rendre au magasin ou sur internet pour racheter un modèle de même gamme, les pièces détachées étant souvent introuvables, même auprès du constructeur. Avec l'imprimante 3D, chaque utilisateur a la possibilité de modéliser sur son ordinateur la pièce qui lui manque, puis de la créer en relief. L'imprimante 3D est alors perçue comme un outil anti-consumériste permettant de vaincre l'obsolescence.

L'amélioration des conditions de vie

Grâce à l'imprimante 3D, des progrès considérables pourraient être apportés aux conditions de vie de chacun, notamment des personnes présentant un handicap. Le plastique étant un matériau plus léger que le métal, il peut effectivement être utilisé pour des enfants : la fabrication d'un exosquelette pour une petite fille de 4 ans a d'ores et déjà été mise en place. L'imprimante 3D grand public pourrait alors permettre à chacun de trouver une solution adaptée à son problème et de la fabriquer sur mesure et à moindre coût, puisque le prix d'une cartouche en plastique est généralement inférieur à 60 euros.

5.2. Les limites de l'imprimante 3D

La maîtrise des logiciels

S'il existe des modèles prêts à l'emploi disponibles sur internet ou fournis par les fabricants, l'intérêt des imprimantes 3D réside dans la possibilité de créer des objets sur mesure. La fabrication de tels objets nécessite la maîtrise des logiciels CAO de modélisation 3D, qui gratuits ou payants, sont souvent peu intuitifs et difficiles à comprendre pour un utilisateur classique.

Matériaux et tailles limités

Pour l'heure, les imprimantes 3D grand public ne sont capables de fabriquer que des objets en plastique. En effet, le plastique fond à partir de 130°, tandis que le métal nécessite une

température de fusion de plus de 1000 degrés, ce qui génère une différence de technologie dans la fabrication des imprimantes 3D. Par ailleurs, la taille des objets fabriqués via l'imprimante 3D est elle aussi limitée : toutefois, cette limitation peut être contournée en fabriquant un objet de taille conséquente en plusieurs fois.

La potentielle création d'armes

Avec l'apparition des imprimantes 3D pour particuliers, la question de la fabrication d'armes indétectables se pose. En effet, une société a déjà proposé des plans à imprimer en 3D pour créer des armes, et certains internautes ont posté des vidéos présentant leurs créations dans ce domaine. Toutefois, certains logiciels permettent d'empêcher les imprimantes 3D de créer ce genre d'objets, selon le même principe que celui des imprimantes classiques qui ne peuvent pas imprimer de faux billets.

CONCLUSION

L'impression 3D est désormais considérée comme l'une des révolutions majeures du XXI^e siècle, capable de modifier profondément notre style de vie. Après avoir perduré longtemps dans l'industrie de pointe, cette technologie fait peu à peu sa place dans nos foyers et tend à s'intégrer dans notre société malgré ses limites actuelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Les sites internet :
 - ✓ <http://www.3dnatives.com/>
 - ✓ <http://mak3r.com/impression-3d/impression-3d-definition/>
 - ✓ <http://www.slate.fr/story/66105/imprimante-3d-revolution-industrielle>
 - ✓ <http://movilab.org/>
 - ✓ <http://www.monunivers3d.com/guide/histoire/>
 - ✓ <http://www.companeo.com/imprimante-multifonction-photocopieur/FAQ/maintenance-imprimante:-definition-et-tarif>
- Les documents informatiques :
 - ✓ L'impression 3D - Deuxième édition, 8 août 2013, par Mathilde Berchon.
 - ✓ Journal « La voix du nord », 17 décembre 2014, par DJAMEL MEZINE.
 - ✓ Livre « Makers : la nouvelle révolution industrielle », par Chris Anderson.