



HAL
open science

Apport de la veille technologique: Cas de l'impression 3D

Julia Laye, Eleonore Dimey, Aurelie Invernizzi, Floriane Decolnet, Fatma
Fourati-Jamoussi

► To cite this version:

Julia Laye, Eleonore Dimey, Aurelie Invernizzi, Floriane Decolnet, Fatma Fourati-Jamoussi. Apport de la veille technologique: Cas de l'impression 3D. 2ème Journée de l'Innovation Abbé Grégoire, 2017, Paris, France. hal-03255981

HAL Id: hal-03255981

<https://hal.science/hal-03255981>

Submitted on 28 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apport de la veille technologique : Cas de l'impression 3D

Julia Laye ; Eléonore Dimey ; Aurelie Invernizzi ;
Floriane De Colnet et Fatma Fourati-Jamoussi
Institut Polytechnique UniLaSalle

Introduction

Suite à l'évolution de l'industrie de l'information¹ sur le plan technologique et commercial, les acteurs du marché de l'information et de la connaissance se sont multipliés et le rôle de chacun est défini en fonction de ce qu'il propose comme solutions ou services. L'accès aux données ouvertes devient un enjeu majeur pour les dispositifs d'Intelligence Economique (IE) et les systèmes de veille de tout type. Notre réflexion s'est inspirée du système d'IE selon l'approche de Sidhom, Robert et David (2005) complétée par une application de l'ensemble de ces actions :

Acteurs	Actions	Application sur un projet
Décideur (Enseignant- Chercheur)	<ol style="list-style-type: none">1. Identification du problème décisionnel2. Transformation du problème décisionnel en un problème de recherche d'information	<ol style="list-style-type: none">1. Lancement d'une imprimante 3D dans le domaine alimentaire.2. Recherche d'information sur les technologies existantes et les acteurs sur ce marché
Veilleurs (Elèves- Ingénieur)	Système de Veille Stratégique (voir schéma ci-dessous): <ol style="list-style-type: none">3. Identification et validation des sources d'information (Flux RSS, Articles de presse dans le domaine de l'impression 3D)4. Collecte et validation des informations5. Traitement et analyse6. Présentation de l'information et partage	Système de la veille concurrentielle et technologique : <ol style="list-style-type: none">3. Sourcing des acteurs et des brevets4. Collecte et validation des acteurs présents sur ce marché et l'évolution des brevets par domaine technique5. Traitement et analyse de ces informations économiques et techniques sur ce sujet.6. Présentation et partage de ces résultats sous forme de communication.
Décideur/ Veilleur	<ol style="list-style-type: none">7. Interprétation (de l'information présentée et réactions)	L'élève-ingénieur peut proposer des recommandations à la fin de

¹ <https://www.gfii.fr/fr/>

	8. Prise de décision	la veille pour aider à la prise de décision.
--	----------------------	--

Dans cette communication nous présentons brièvement l’historique de la conception de module de l’Intelligence Economique et de la Veille Stratégique à UniLaSalle (site de Beauvais), la méthodologie d’enseignement de la veille technologique ainsi que la façon de la mettre en œuvre par un groupe d’élèves-ingénieurs de la spécialité Alimentation et Santé pour répondre à une problématique de veille liée à l’impression 3D. Nous montrons les résultats de ce type de veille et l’apport de ce module de veille sur l’acquisition de compétences par nos élèves-ingénieurs.

1. Enseigner la veille aux futurs ingénieurs d’UniLaSalle

1.1. Conception du module de l’Intelligence Economique et la Veille Stratégique (IEVS)

Ce module a été conçu en 2008 à l’Institut Polytechnique LaSalle Beauvais² pour certains parcours de la spécialité Agriculture et de la spécialité Alimentation et Santé. La Direction aux Etudes a décidé en 2009 de proposer ce module aux trois spécialités de l’Institut à savoir le tronc commun en Agriculture, en Alimentation et Santé et en Géologie. Parmi les difficultés rencontrées au responsable de ce module c’est la mise en application des notions de l’IEVS à des futurs ingénieurs qui vont travailler dans différents métiers (productions agricoles ; agroalimentaires ; gestion/finance ; marketing ; prévention santé ; restauration hors foyer ; énergie ; BTP ; environnement ; ressources minérales ;...). Ce module a subi des améliorations continues sur le plan de fond et de forme dans l’objectif de faire comprendre les notions de la veille stratégique et de l’intelligence économique en premier temps et de faire connaître les différents types de veille avec les outils appropriés en identifiant et gérant toutes les sources d’informations dans un deuxième temps. La compréhension de la veille stratégique se fait par la présentation de différents cas d’entreprises ou de problématiques de

² L’IPLB est nommé UniLaSalle depuis septembre 2016 suite à sa fusion avec l’ESITPA Rouen.

veille liées à la spécialité de l'élève-ingénieur. L'intelligence économique est présentée par un conférencier de la Direction Générale de la Sécurité Intérieure de Lille pour sensibiliser les futurs ingénieurs à protéger leur patrimoine informationnel. L'aspect défensif de l'IE est traité à ce moment. L'aspect offensif de l'IE est traité lors du passage vers les types de la veille stratégique où l'enseignant-chercheur présente la veille concurrentielle comme un processus qui permet de connaître et surveiller ses concurrents pour décrypter leurs stratégies et la veille technologique comme un processus qui permet de suivre dans le temps un domaine des techniques et des sciences dures pour en surveiller les évolutions (www.ie.bercy.gouv.fr). Pour l'application des processus de la veille concurrentielle et technologique nous travaillons sur des projets en mode résolution d'une problématique de veille liée à la spécialité des étudiants. Au fil de ces années, cette application a permis de capitaliser des connaissances et savoirs au sein de l'Institut dans une plateforme pédagogique sur des domaines très pointus et variés.

1.2. Méthodologie

Nous présentons dans cette communication que le plan de veille technologique (figure1), cette méthodologie a été appliquée par tous les étudiants lorsqu'ils sont confrontés à reformuler et répondre à leurs problématiques de veille qui sont souvent confidentielles (par exemple: création de nouveaux produits alimentaires, avenir des énergies renouvelables et métaux rares...). La méthodologie de la veille technologique consiste à définir l'objectif du projet puis à organiser une collecte d'informations sur les brevets à l'aide des bases de données: Espacenet et Patentscope³ conçus par l'INPI et l'OMPI⁴. Les étudiants doivent identifier les principaux pays, les Classifications Internationales des Brevets (CIB), les demandeurs, les inventeurs. Pour exploiter et analyser tous les brevets pertinents, ils utilisent

³ Espacenet : BDD de l'OEB (<http://www.epo.org/searching-for-patents/>);
Patentscope : BDD de l'OMPI (<https://patentscope.wipo.int/search/>).

⁴ Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle

à la fois l'analyse de brevets basée sur des mots clés (Salvador et al., 2014) et sur les CIB qui représente une méthode importante pour déterminer les tendances technologiques, découvrir les opportunités technologiques et prédire les nouvelles avancées technologiques.

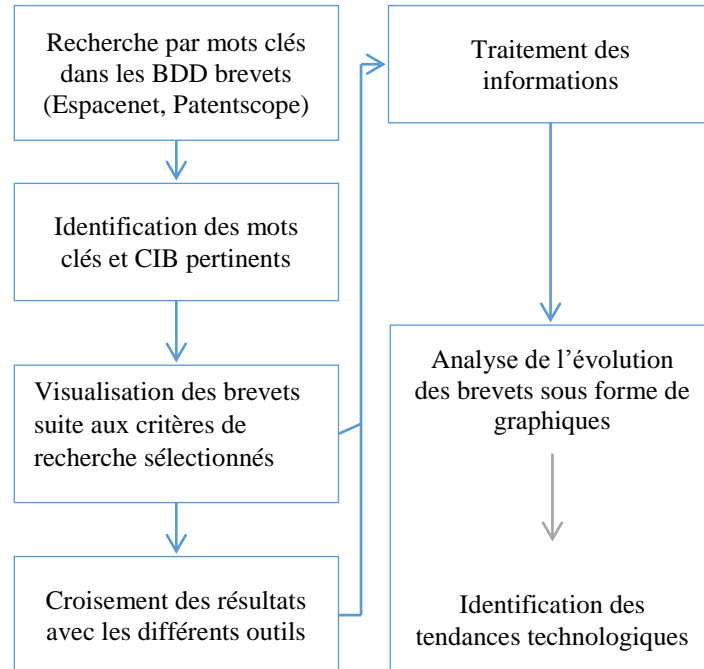


Figure 1. Méthodologie de la veille technologique

2. Résultats de la veille technologique sur l'impression 3D

2.1. La naissance et le développement des différentes technologies d'impression 3D

Le premier brevet concernant l'impression 3D est déposé par des français, mais ils ont rencontré des problèmes concernant son acceptation et sa publication. Quelques semaines plus tard, l'américain Charles W. Hull dépose son brevet sur la technique de stéréolithographie et ainsi entre dans l'histoire quand celui-ci est accepté en 1986. Suite à ce dépôt, il cofonde la société 3D Systems en Californie, et en 1987, révèle SLA-1, la première machine commerciale de prototypage rapide.

La deuxième technologie de "fabrication additive" a été créée par Carl Deckard de l'Université du Texas et se nomme le frittage sélectif par laser (Selective Laser Sintering : SLS), le brevet associé a été accordé en 1989. Cette même année, un brevet sur le processus

d'extrusion à chaud (Fused Deposition Modeling: FDM) est publié par Scott Crump qui développera également sa société d'impression : Stratatys.

Si cette naissance et ces technologies viennent principalement des Etats-Unis, l'Europe a également joué un rôle important dans ce mouvement novateur. Par exemple, en 1990, la société EOS et son dirigeant Hans Langer crée une technique supplémentaire: le frittage métallique direct par laser (Direct Metal Laser Sintering: DMLS)

Enfin, c'est à la fin des années 1990 que les dernières innovations importantes concernant les technologies d'impression voient le jour grâce au MIT en 1993 et la 3DP (3 Dimensional Printing) et à Michael Feygin en 1995 avec la fabrication d'objets stratifiés (Laminated Object Manufacturing : LOM).

2.2. Démocratisation de l'impression 3D

L'innovation concernant la fabrication additive ne s'arrête pas à la fin des années 1990, c'est par ailleurs à cette période que la terminologie de « l'impression 3D » telle qu'elle existe aujourd'hui apparaît et le nombre de matériaux utilisables se démultiplie rapidement.

Cependant, toutes ces nouveautés ne concernaient que les professionnels et étaient très peu connu du grand public du moins jusqu'en 1996, où la société Z Corporation utilisant des technologies concédées par le MIT initie la commercialisation pour les particuliers.

Dans les années 2000, une diversification majeure de l'impression 3D est enclenchée et ses applications sont plus variées notamment dans le domaine de l'aérospatial, l'automobile et du médical (production de vaisseaux et d'organes à partir de 2011-2013).

Au fur et à mesure des années, le prix de vente des imprimantes diminuent: la barre des 10 000 dollars est atteinte en 2007 (3D Systems) et en 2012, c'est le seuil des 500\$ (Solidoodle).

Les imprimantes sont également de plus en plus perfectionnées mais aussi plus accessibles en terme de facilité d'utilisation. En 2005, le projet RedRap mené par le Dr Adrin Boyier de l'Université de Bath (capable de fabriquer ses propres matériaux avec un système libre de

droits et des codes en open source) voit le jour et en 2008, la première machine auto répliquative (Darwin) est créée. Enfin, en 2009, MakerBot industrie, développe un kit accessible à tous (Do It Yourself). (Ghuilassene 2014, CESE 2015, Bouffaron 2014, Verlhust 2015)

2.3. L'avènement de l'impression 3D alimentaire

Concernant le domaine de l'alimentaire, les innovations sont assez tardives et ne sont au départ, que des concepts. Le premier a été créé en 2001 par la société Nanotek Instruments Inc. et était une méthode rapide de prototypage et de fabrication pour les objets alimentaires en 3D. En 2008, Philips développe à son tour un concept et y ajoute des cartouches d'ingrédients et une interface utilisateur. En 2009, Electrolux imagine un concept de design moléculaire dans le cadre d'un concours. Enfin les concepts les plus réalistes viennent du MIT et sont appelés Virtuoso Mixer, Digital Fabricator et Robotic Chef mais restaient cependant non réalisables techniquement.

La première imprimante 3D alimentaire n'est finalement créée qu'en 2012. Il s'agit de l'imprimante Fab@Home créée par l'université de Cornwell, basée sur le principe d'extrusion. D'autres imprimantes vont ensuite être fabriquées par plusieurs entreprises dont MakerBot. Elles seront, soit des adaptations des imprimantes 3D non alimentaire (la principale modification étant de remplacer la tête d'impression ou d'y ajouter une valve additionnelle) soit, vont être créées spécifiquement pour l'impression alimentaire, leur assurant beaucoup plus de souplesse et d'applications. (Sun & al 2015; Godoi & al 2016)

2.4. Evolution de la publication de brevets sur l'impression 3D de nos jours (2011-2016)

Afin de comprendre l'attractivité du secteur, la publication de brevets des deux leaders mondiaux américains 3D Systems et Stratasys, et un autre acteur important, opérant également dans le domaine alimentaire, ont été étudiés.

Dans la figure 2, on observe de manière générale, que le nombre de brevets va en s'accroissant depuis 5 ans⁵. Cependant MakerBot a une croissance un peu différente et publie moins du fait de sa création plus récente, qui s'oppose aux autres déposants qui publient des brevets depuis 1986 (3D Systems) et 1989 (Stratasys), société qui par ailleurs dépose le plus de brevets et dans des domaines variés avec un pic de 86 brevets déposés en 2015.

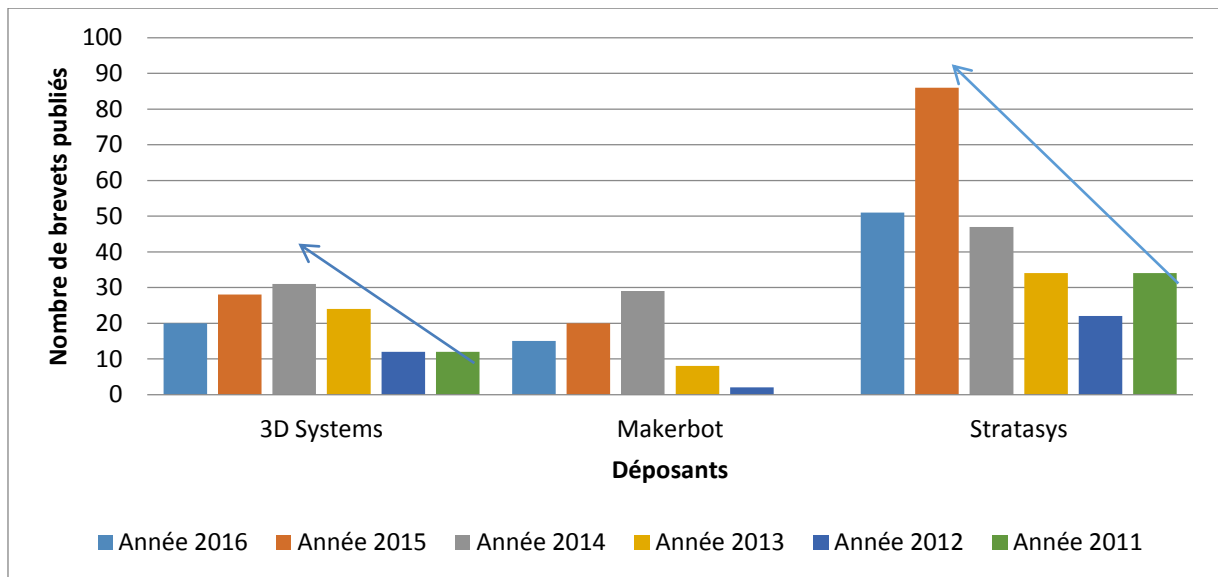


Figure 2. Evolution du nombre de brevets publiés par an et par déposant

La figure 3 permet d'étudier en détail quels types de brevets les déposants publient en majorité, mais aussi d'appréhender si le domaine de l'alimentaire est perceptible via le dépôt de brevets.

Pour tous les déposants, la très grande majorité des brevets sont classés B et appartiennent donc aux domaines des techniques industrielles et il n'y a pas de brevets D (Textiles, papier) ou E (constructions fixes). Cependant, il existe des différences: 3D Systems publie davantage des brevets classés A (Nécessité de vie courante) et plus précisément des brevets classés A61F qui concernent le domaine médical. Quant à MakerBot, ils déposent davantage de brevets classés G donc qui touchent à la physique et plus précisément des brevets classés G06F qui concernent le comptage et le traitement électronique de données. Le domaine de l'alimentaire n'apparaît pas

⁵ Les chiffres de 2016 étant plus bas car les données ont été prélevées fin octobre 2016 or beaucoup de brevets sont publiés durant les mois de novembre et décembre.

dans les dépôts de brevets mais ce résultat n'est pas si étonnant étant donné que ce savoir repose sur celui de l'impression 3D en général.

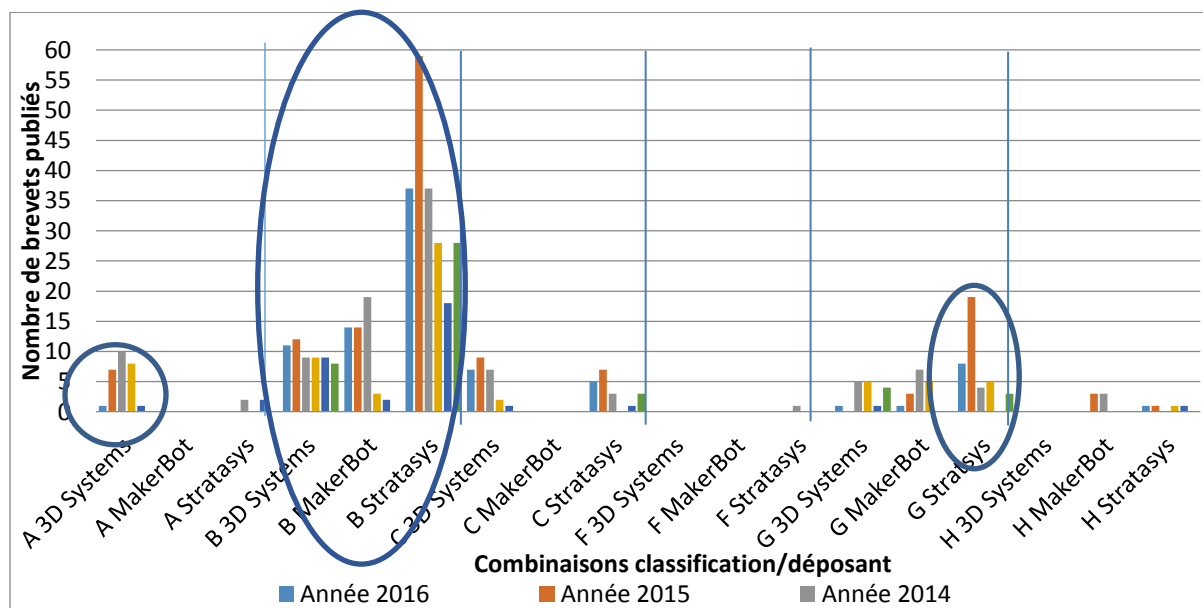


Figure 3. Evolution du nombre de brevets par an, déposant et selon la classification

D'après la figure 4, les brevets classés B29C 67/00 revenaient de manière récurrente par rapport aux autres brevets et cela chez tous les déposants. Ils concernent le secteur du travail des matières plastiques ou des substances à l'état plastique en général, plus précisément le façonnage ou assemblage des matières plastiques, celui des substances à l'état plastique en général ou le post-traitement des produits façonnés qui ne sont pas couvertes par les groupes B29C 39/00, 65/00, 70/00 ou 73/00.

C'est donc un domaine majeur d'amélioration et attractif en impression 3D. Contrairement aux autres graphiques, les déposants 3D Systems et MakerBot sont au coude-à-coude depuis 2015 mais Stratasys reste toujours devant en terme de publications.

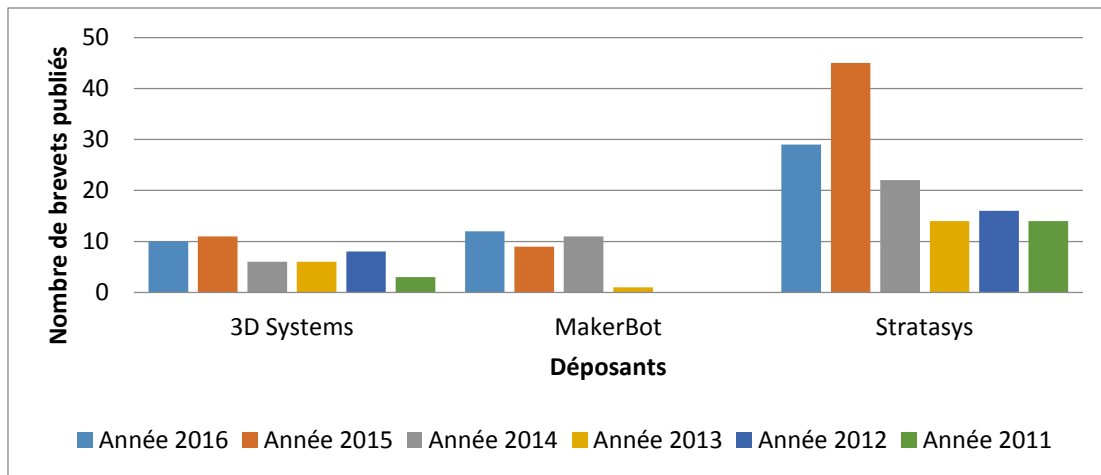


Figure 4. Evolution de publications de brevets B29C 67/00 par an et déposant

2.5. Les acteurs du marché de le l'impression alimentaire 3D

Le marché de l'impression alimentaire 3D est un marché novateur en pleine expansion. Aujourd'hui cinq imprimantes 3D alimentaires dont les spécificités diffèrent font parler d'elles.

ChocCreator V1 : est présentée par l'université d'Exeter et commercialisée par Choc Edge c'est la première imprimante 3D capable d'imprimer du chocolat, elle est contrôlée par un programme d'impression open source. Elle est capable d'imprimer une épaisseur de couche allant de 0,4 et 0,8 mm. Son prix est de 3500€.

Cocojet : est créée à Las Vegas par l'entreprise 3D Systems en partenariat avec Hershey's. Elle cible les chocolatiers et les pâtisseries puisqu'elle peut imprimer tout type de chocolat (Noir, au lait ou blanc) et imprime à des températures moins élevées (entre 50 et 55°C). Son prix est de 10000€.

Foodini : est créée par la start-up Natural machines et financée par du Crowdfunding sur kickstarter. Elle a été développée en partenariat avec des entreprises de l'agroalimentaire pour proposer des capsules prêtes à l'emploi. Elle peut accepter jusqu'à 5 capsules simultanément : pour pouvoir mixer les préparations. Elle se destine à une utilisation professionnelle aussi bien que domestique pour imprimer des plats salés ou sucrés. Son prix est compris entre 1500 et 2000€.

Bocusini : est créée par la start'up allemande Print2taste. C'est une imprimante 3D « plug and play » fonctionnant à l'aide de cartouches alimentaire de 60ml. Print2taste propose une trentaine de cartouches pré-remplies (pâte d'amande, purées..) et l'imprimante peut imprimer toute sorte de matrices alimentaires. Son mode de fonctionnement est dérivé d'une imprimante à filament plastique : PrintrBot simple métal. Son prix est de 800€.

Chefjet : est créée par Sugar Lab c'est la première imprimante 3D certifiée et diffusée à grande échelle sur le marché pour la fabrication de confiseries. L'impression peut être monochrome ou avoir plusieurs couleurs en même temps. Elle est disponible en deux modèles, Chefjet 5000€ qui s'adresse principalement à un grand public et Chefjet pro 10000€ qui est plutôt destiné à des professionnels.

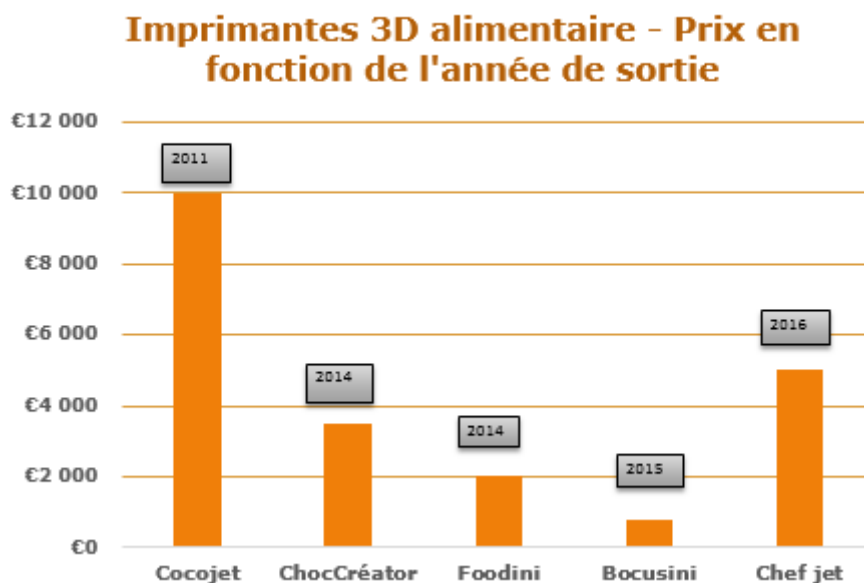


Figure 5. Comparaison des prix pratiqués sur les imprimantes 3D à leur date de sortie

Ce graphique représente les prix des différentes imprimantes 3D en fonction de leur année de sortie. Nous pouvons constater une baisse des prix des imprimantes 3D alimentaire en général au fur et à mesure des années, sauf pour la Chef jet : ce qui peut s'expliquer car c'est une imprimante ultra perfectionnée qui n'est pas réservée à la même catégorie de personnes.

Conclusion

La thèse de Guéneac (2009) sur les méthodologies pour la création de connaissances relatives au marché chinois a montré qu'une démarche de veille technologique appliquée au domaine des biotechnologies agricoles, où elle a mobilisé l'outil Matheo Patent (Dou, 1992 ; 2002), a permis de comprendre les techniques d'hybridation du blé et les enjeux de l'Etat et des acteurs économiques chinois. Elle a utilisé d'autres outils dédiés au data mining et à la recherche d'information (« Information retrieval », Crestani, 2009) pour mieux comprendre l'environnement linguistique et structurel des bases de données scientifiques chinoises.

D'un point de vue pratique, la mise en place de cette méthodologie de veille technologique sur l'impression 3D a montré le rôle omniprésent d'une équipe de veille dans l'organisation et la coordination des étapes de ce processus, depuis la reformulation de la problématique jusqu'à la diffusion des résultats. Suite à ce projet de veille, on observe une augmentation des brevets en fonction du temps avec une majorité de brevets déposés dans la catégorie des techniques industrielles notamment sur les techniques de façonnage. Grâce aux nouvelles technologies, nous disposons à présent de cinq grandes imprimantes 3D qui ont permis à de nombreuses enseignes alimentaires allant des plus modestes aux plus connues d'attirer l'attention des consommateurs.

L'apport qui nous semble intéressant c'est l'application du processus de veille à un domaine purement technologique où l'information est plus recherchée sur le web en utilisant des outils de veille spécialisés et en exploitant des données ouvertes.

Références bibliographiques

- 3D natives (2014). « Imprimante 3D : Choc Creator V1 » (<http://www.3dnatives.com/3D-compare/imprimante/choc-creator-v1>)
- 3D natives (2014). « Foodini, l'imprimante 3D alimentaire à \$1000 se lance sur Kickstarter ». (<http://www.3dnatives.com/foodini-limprimante-3d-alimentaire/>)
- Bouffaron P., (2014). Impression 3D: les prémisses d'une nouvelle (r)évolution industrielle?. Rapport d'Ambassade de France à Washington, Service pour la Science et la technologie.
- Conseil Economique Social et Environnemental (CESE). (2015). Innovations technologiques et performance industrielle globale: l'exemple de l'impression 3D. Les Avis du Conseil Economique Social et Environnemental. (<http://www.lecese.fr/travaux-publies/innovations-technologiques-et-performance-industrielle-globale-exemple-impression-3D>)
- Crestani F., Information retrieval research at the university of Lugano, Informer, n°29, 2009.
- Dossiers de la Direction des Etudes de l'INPI, N°2014-04 – septembre 2014. (https://www.inpi.fr/sites/default/files/l_impression_3d_sept_2014.pdf)
- Dou H., Passer de la représentation du présent à la vision prospective du futur. « Technology foresight ». Humanisme et Entreprise. N°54, pp.24-46, 2002.
- Dou H., Veille technologique et compétitivité, Dunod, Colmlection Fonctions de l'entreprise, 234 p., 1999.
- Ghilassene F. (2015). "L'impression 3D, impacts économiques et enjeux juridiques". (<http://docplayer.fr/6811494-L-impression-3d-impacts-economiques-et-enjeux-juridiques-fatima-ghilassene-08-10-2015.html>)
- Godoi F.C., Prakash S. and Bhandari B.R. (2016). 3D printing technologies applied for food design: Status and prospects. Journal of Food Engineering [en ligne]. Volume 179. p 44-54. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877416300243>)

- Guéneq N., Méthodologies pour la création de connaissances relatives au marché chinois dans une démarche d'Intelligence Économique : application dans le domaine des biotechnologies agricoles, Thèse, 2009.
- Laly J.M. (2015). 3D natives « 3D Systems dévoile la CocoJet, une imprimante 3D de chocolat ! ». (<http://www.3dnatives.com/3d-systems-cocojet-chocolat/>)
- Primante 3D [support] – « choc edge dévoile une imprimante 3D chocolat 2 fois moins chère ». (<http://www.primante3d.com/creatorplus/>)
- Salvador, M. R., Zamudio, P. C., Carrasco, A. S. A., Benítez, E. O., Bautista, B. A. (2014). Strategic Foresight: Determining Patent Trends in Additive Manufacturing. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 4 (III): 42 - 62.
- Sidhom S., Robert C., David A. (2005). « De l'information primaire à l'information à valeur ajoutée dans le contexte du numérique ». In colloque International «L'information numérique et les enjeux de la société de l'information ». Actes dans la revue maghrébine de documentation et d'information n°13-14-15, 2005.
- Sun J., Peng Z., Zhou W., et al. (2015). A Review on 3D Printing for Customized Food Fabrication. *Procedia Manufacturing* [en ligne]. Volume1. p.308-319. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915010574>)
- Verhulst J., (2015). Analyse de l'état et de l'avenir du marché de l'impression 3D. (http://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A2710/datastream/PDF_01/view)