



**HAL**  
open science

## Les imprimantes 3D participent à la créativité des étudiants

Jean Vareille, Jean-Paul Becar, Vincent Cayez, Yoann Notteau

### ► To cite this version:

Jean Vareille, Jean-Paul Becar, Vincent Cayez, Yoann Notteau. Les imprimantes 3D participent à la créativité des étudiants. Congrès National de la Recherche en IUT, CNRIUT2018, Jun 2018, Aix-en-Provence, France. hal-01882702

**HAL Id: hal-01882702**

**<https://hal.univ-brest.fr/hal-01882702>**

Submitted on 27 Sep 2018

**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.

---

## Les imprimantes 3D participent à la créativité des étudiants

---

Jean Vareille<sup>1</sup> Jean-Paul Bécar<sup>2</sup> Vincent Cayez<sup>2</sup> Yoann Notteau<sup>2</sup>

jean.vareille@univ-brest.fr {jean-paul.becar,vincent.cayez,yoann.notteau}@univ-valenciennes.fr

<sup>1</sup> IUT de Brest-Morlaix, Université de Bretagne Occidentale,

<sup>2</sup> IUT, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, LAMAV.

**Thèmes** – Mathématiques-Mécanique

**Résumé** – *L'impression 3D étend son domaine d'applications à toute l'industrie, à la recherche et au secteur éducatif. Le papier décrit au travers d'expériences réalisées, comment la créativité des étudiants peut être stimulée par l'usage de cette technologie récente, attractive et accessible. Un survol de l'impression 3D est proposé au lecteur en gardant à l'esprit l'objectif pédagogique. Les auteurs sont issus des départements Génie électrique et Informatique Industrielle, Génie Mécanique et Productique, Génie Industriel et Maintenance des Instituts Universitaires de Technologie. Le papier s'intéresse aux réalisations effectuées dans le cadre éducatif en liaison avec le milieu industriel mais aussi au rapprochement des entreprises, du système éducatif et de la société civile au travers des Fab Lab, véritables interfaces novatrices. La première section traite des projets accompagnés. Elle montre comment les étudiants se sont impliqués en mécanique pour concevoir un produit, en électronique pour l'assemblage des composants et des mesures associées et en informatique pour la programmation des fonctions. Le premier projet est un lecteur d'empreintes. Deux étudiants du GEII ont planché six mois sur ce thème, supervisés par un ingénieur dans le cadre de leur projet accompagné. Il s'agit de réaliser un composant autonome certifiant l'accès à la salle de classe. Le projet a pu se dérouler et être mené à terme grâce à la disponibilité de leur superviseur. Le second projet concerne deux étudiants japonais qui ont effectué un stage industriel d'un mois à l'IUT afin de découvrir la culture, le système éducatif de l'IUT, dont la structure est proche de leur Kosen. Relayés par leurs camarades français le projet a pu avancer dans un temps aussi court. Une boîte de médicaments intelligente a été le thème retenu. Le troisième projet concerne une application ergonomique. Douze étudiants en Génie Industriel et Maintenance initiés à la CAO en 3D se sont penchés sur l'étude et la réalisation d'un exosquelette d'une main gauche en vue de l'exploiter comme dispositif de récupération de mobilité perdue suite à un traumatisme. Cela a conduit leur superviseur à déposer un brevet, donnant ainsi un effet accélérateur à la motivation. Le partage de connaissances et de savoir-faire différents, la stimulation par l'enseignant manager, y compris la facilité d'accès aux équipements, ont contribué au succès des projets. A ce titre les Fab Lab évoqués dans la suite recouvrent d'un point de vue méthodologique une partie de ces items. La génération Fab Lab s'inscrit dans la dynamique du partage des connaissances et du savoir-faire, aussi bien localement comme c'est le cas de l'Open Factory de l'Université de Bretagne Occidentale, que globalement par l'usage du réseau mondial de communication. Apprendre, créer et partager forment le socle des Fab Lab. Ces items figurent également dans tous les projets évoqués. La disponibilité des accompagnants, leur polyvalence et les initiatives d'étudiants ont contribué au succès des projets, les préparant ainsi à rejoindre La French Fab.*

**Mots-Clés** – pluridisciplinarité, partage, travail de groupe, management.

## 1 Introduction

Bien qu'existant depuis plus de quinze ans, l'impression 3D est devenue un phénomène de mode. Le réseau mondial permet de réduire les durées de conception, d'innovation, de développement et de maintenance pour tout type de logiciel et de matériel. La démocratisation dégage des opportunités d'équipement à moindre coût aussi bien pour les particuliers que pour les associations et les institutions. La seconde section donne une description générale de l'impression 3D et de son large domaine d'application au travers de quelques exemples significatifs [1,2]. Le papier s'intéresse aux applications pédagogiques s'appuyant sur cette technologie qui relance l'approche pluridisciplinaire des formations. C'est l'objet de la section trois. Celle-ci décrit une série d'études et de réalisations effectuées dans un Institut Universitaire de Technologie. Le fil conducteur est la motivation de l'étudiant. La particularité ici est d'avoir pu obtenir et entretenir la coopération des étudiants par un choix fortuit et heureux d'une technique similaire à celle de la décision d'achat mentionné par John Dewey [3] et du procédé de prise de décision [4].

Les Instituts Universitaires de Technologie dispensent des qualifications professionnelles aux niveaux 2 et 3. En leur sein les auteurs issus des départements Génie Mécanique et Productique, Génie Electrique et Informatique Industrielle et Génie Industriel et Maintenance partagent leur expérience et savoir-faire lors des projets accompagnés. Le management des projets accompagnés, s'il entretient la motivation des étudiants, favorise leur créativité, dans un cadre moins académique mais en gardant l'esprit du partage des savoirs et des savoir-faire. Cette dynamique particulière se retrouve dans la génération Fab Lab décrite dans la section 4. Apprendre, Créer et Partager animent les générations Fab Lab du monde entier [5]. L'enseignement du futur devra intégrer ces éléments où l'imagination et les initiatives des étudiants garantiront leur succès [6,7,8].

## 2 La fabrication additive.

L'impression 3D ouvre la porte du rêve social. Ceci est dû vraisemblablement à l'importance grandissante de la sensibilité environnementale dans notre société mais aussi à l'introduction de l'analyse du cycle de vie -ACV- du produit dans le programme des formations technologiques [6]. La fabrication additive [2] ou impression 3D est un procédé d'élaboration d'un objet par superposition de couches. L'impression 3D s'effectue selon 3 étapes. La première est la conception virtuelle de l'objet, la seconde la mise au format de l'imprimante 3D et enfin, la dernière, la fabrication de l'objet physique final. Tous les logiciels de conception fournissent un même type de données exploitables sur des imprimantes 3D. C'est l'adjectif stéréolithographique qui qualifie ces données particulières. L'aspect final dépend de la technologie employée. Le dépôt de fil extrudé à chaud, la

stéréolithographie et le frittage représentent les trois technologies majeures de l'impression 3D. A titre d'exemples, l'objet final peut être du tissu humain ([www.organovo.com](http://www.organovo.com)), une clé à cliquet ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)), une prothèse de reconstruction mammaire (projet MAT(T)ISSE) des gâteaux ([www.3Dsystems.com](http://www.3Dsystems.com)), des répliques à l'original ([www.maaikeroozenburg.nl](http://www.maaikeroozenburg.nl)), des moules d'injection et leurs inserts éventuels ou des gabarits en plastiques pour de l'outillage rapide ([www.factoryoffactories.com](http://www.factoryoffactories.com)) des pièces d'avion ([www.lockheedmartin.com](http://www.lockheedmartin.com)), des outils ([www.sciaky.com](http://www.sciaky.com)) des habitations ([www.markuskayser.com](http://www.markuskayser.com), [www.fbr.com.au](http://www.fbr.com.au)), de la fabrication Eco-digitale ([design2edfab.wordpress.com](http://design2edfab.wordpress.com)) et même des crêpes (Magicrêpe SEB 1970). Le coût des imprimantes 3D allant en diminuant, cela entraîne une augmentation des applications personnelles partagées. Il existe des sites offrant au partage plus de 400 000 objets ([www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)). Même si c'est déjà le cas dans les quelques expériences relatées plus bas, ce phénomène invite le système éducatif à rejoindre cette dynamique.

## 3 Trois expériences d'enseignement

*Le lecteur d'empreintes autonome* : le programme académique des étudiants du DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle donne une large place aux projets accompagnés. Il s'agit de mettre en œuvre les notions techniques et savoir-faire acquis durant le cycle, à savoir une étude et une réalisation orientées dans la spécialité mentionnée. Un enseignant chercheur encadre un groupe de deux à dix étudiants durant un semestre sur un thème donné, proposé ou choisi. Les objectifs sont de deux types, technique et pédagogique. Deux étudiants en première année du DUT GEII sont encadrés par le chef ingénieur du département. Le projet est la réalisation d'un lecteur d'empreintes. Le point essentiel du projet est le choix par les étudiants eux-mêmes du projet. Leur comportement se retrouve dans la démarche d'achat d'un produit.

*Un projet international* : 2 étudiants de première année de licence professionnelle au collège d'Oyama au Japon ont choisi le département GEII de L'IUT pour y effectuer un stage d'un mois. Leur emploi du temps a été adapté à celui pratiqué localement. Une rencontre hebdomadaire valide le travail effectué et dégage de nouvelles pistes d'investigation. Cette rencontre a pu se faire avec d'autres étudiants du département effectuant également des projets sur une thématique et une organisation similaires. Le projet est de concevoir, de représenter un objet en 3D qui supportera un équipement électronique à base de microcontrôleur et de programmer les fonctionnalités utiles. Une boîte à stylo intelligente et une boîte de médicaments connectée ont été proposées et retenues pour un travail intensif d'un mois. La boîte de médicaments est connectable à un téléphone mobile et avertit son propriétaire de la prise de médicaments. La bonne habitude qu'ont les étudiants japonais de consigner des

notes, des dessins, des idées dans un cahier de suivi (cahier de laboratoire) a fait tache d'huile chez les étudiants français.

*Le projet d'exosquelette robotisé* : Le projet est ici la réhabilitation de la main gauche avec sa fonction de pince au moyen d'un exosquelette. L'utilisation de la technologie au service de l'être humain, la participation à la rédaction d'un brevet de propriété intellectuelle ont constitué des éléments majeurs de la participation et motivation renouvelée des étudiants. Le groupe est constitué de huit étudiants de seconde année du cycle Génie Industriel et Maintenance. Leur superviseur est un ingénieur chef d'entreprise, spécialiste de la fabrication additive dont en particulier la conception et la réalisation d'appareillages médicaux sur mesure. Gérant d'une startup, il a pu rendre les étudiants sensibles à la connexion entre le monde industriel et celui de l'éducation. Le partage des connaissances et des expériences atteint son apogée avec l'application associée à l'entreprise ([www.additive.com](http://www.additive.com)) et la rédaction d'un brevet (FR3042968A1).

Se rencontrer, apprendre, partager représentent les grandes lignes des projets précédemment décrits. Ces idées générales se retrouvent dans le monde du logiciel libre et celui des Fab Lab dont les logos montrent une inspiration voisine.

#### 4 Le monde des Fab Lab

Le terme Fab Lab est un raccourci pour Fabrication Laboratory. La majeure partie des relations humaines au sein du Fab Lab est très proche de celles rencontrées dans les enseignements. Une première expérience s'est déroulée en 2014 à l'UBO. Elle a été suivie de la création de l'UBO Open Factory ([ubooopenfactory.univ-brest.fr](http://ubooopenfactory.univ-brest.fr)) qui est un service général de l'université comportant un directeur membre d'un laboratoire de recherche, des Fab managers permanents et des ateliers spécifiques. Elle accueille des étudiants d'horizons divers, des personnes extérieures à l'université et propose des sessions de formation aux logiciels techniques. De plus, une unité d'enseignement « libre » est ouverte aux étudiants volontaires, provenant de n'importe quel cursus de licence. Ses dirigeants contribuent à entretenir une synergie avec les Fab Lab du secteur.

#### 5 Conclusion

Le papier montre à travers d'expériences réalisées comment la technologie 3D peut encourager la création et entretenir la motivation chez les étudiants. La diminution

du coût des imprimantes 3D voit leur usage croître dans le monde éducatif mais pas seulement. Nécessitant plusieurs compétences technologiques différentes, l'impression 3D rend essentielle l'approche pluridisciplinaire. Les expériences présentées et abouties ici au travers des projets accompagnés figurant dans le programme des IUT mettent l'accent sur les liens entre société civile, les entreprises et le monde éducatif. Les auteurs suggèrent de placer dès le collège une nouvelle matière dont l'objectif majeur serait la création ou l'innovation avec comme support éducatif la pluridisciplinarité. Le monde éducatif doit désormais s'adapter très vite aux évolutions brusques de la technologie.

#### 6 Remerciements

Les auteurs remercient leurs instituts respectifs et l'organisation pédagogique indissociable pour ce type d'activités. Leur gratitude s'adressent aussi à leurs collègues souvent sollicités car disponibles, et aux équipes techniques. Un grand merci à l'équipe de l'UBO Open Factory, et à l'IUT de Brest-Morlaix, spécialement pour la MUP [9].

#### Références

- [1] C.Anderson, Makers. *The new industrial revolution*, New-York, Crown Business, 2012.
- [2] C.Barlier, A. Bernard, *Fabrication additive*, Paris, Dunod, 2015.
- [3] J.Dewey, *How we think*, D.C, Heath and CO. Publishers, 1910.
- [4] T. N. Martin, *Smart Decisions: The Art of Strategic Thinking for the Decision-Making Process*, New York, Palgrave Macmillan US, 2016.
- [5] J.Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*, New York City, St. Martin's Press, 2014.
- [6] J. Vareille, J.-P. Bécar, *Dans la future société du coût marginal zéro, les imprimantes 3D rendront-elles serviles ?*, proceedings of CNRIUT'2017, Auxerre, 2017.
- [7] J. Vareille, *Creativity and innovation processes*, Crecos, Helsinki, 2008.
- [8] Y. N. Harari, *Homo Deus: a brief history of tomorrow*, New York, Vintage Publishing, 2017.
- [9] J. de Rosnay, *Comment imprimer des objets chez soi. Après les TIC, voici les MUP !*, journal Le Monde, 2006.