

Fabrication additive et entrepreneuriat, quel rôle pour les plateformes numériques ?, BACHIRI, M.*

* Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique de Rabat et membre du Laboratoire de Recherche en Management des Organisations, Droit des Affaires et Développement Durable, Université Mohamed V, Rabat, m.bachiri@um5s.net.ma

Date de soumission : 31/08/2022

Date d'acceptation : 10/10/2022

Résumé :

La fabrication additive représente l'une des technologies qui ouvrent la voie vers une nouvelle révolution industrielle et crée une rupture avec les systèmes de production conventionnels. En effet, le développement de l'impression 3D à usage domestique et industriel a élargi les options de fabrication. Cette innovation technologique peut être une source majeure de création de valeur pour l'entreprise. Elle engendre des mutations et modifie les structures du marché créant ainsi des opportunités d'affaires.

Par ailleurs, les progrès constatés ces dernières années au niveau de l'économie numérique représentent un levier non moins important pour soutenir l'innovation notamment dans le domaine industriel. L'accès de plus en plus facile à des logiciels en open-source ou à des plateformes spécialisées a amélioré la capacité de conception au niveau industriel. Une chaîne de valeur numérique se met progressivement en place et entraîne une évolution des modes de production. Elle a libéré la capacité des utilisateurs à innover et a ouvert la voie à de nouveaux projets entrepreneuriaux.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à l'étude du potentiel que représente la fabrication additive dans le développement de projets entrepreneuriaux, notamment en s'appuyant sur les plateformes numériques. Notre objectif est de montrer, dans une démarche exploratoire, que les plateformes numériques peuvent être d'une grande utilité pour construire des business models dans le domaine industriel, favorisant ainsi l'innovation et l'entrepreneuriat.

Mots-clés : Fabrication additive, Entrepreneuriat, Plateformes numériques, Entrepreneuriat industriel, Business Model.

Additive manufacturing and entrepreneurship, what role for digital platforms?

Abstract :

Additive manufacturing is one of the technologies that can lead to a new industrial revolution and create a break with conventional production systems. Indeed, the development of 3D printing for domestic and industrial use has expanded the manufacturing options. This technological innovation can be a major source of value creation for companies. It modifies market structures and creates new business opportunities.

In addition, the progress of the digital economy in recent years represents an important lever to support innovation, particularly in the industrial sector. Easy access to open source software or specialized platforms has improved design capability. A digital value chain is gradually being put in place and is leading to a change in production methods. It unleashed the ability of users to innovate and paved the way for new entrepreneurial projects.

In the present work, we are interested in studying the potential of additive manufacturing in the development of entrepreneurial projects, in particular by relying on digital platforms. Our goal is to show, in an exploratory approach, that digital platforms can be very useful for building business models in the industrial field, thus promoting innovation and entrepreneurship.

Key-words: Additive Manufacturing, Entrepreneurship, Digital Platforms, Industrial Entrepreneurship, Business Model.

Introduction :

L'innovation technologique est l'une des sources majeures de création de la valeur pour l'entreprise. Les mutations du marché qu'elle engendre et la modification des structures du marché créent systématiquement des opportunités d'affaires. La fabrication additive représente l'une des technologies qui peuvent déclencher une nouvelle révolution industrielle et créer une rupture avec les systèmes de production conventionnels (Berman 2012; Mellor et al. 2014). En effet, le développement de l'impression 3D à usage domestique et industriel a élargi les options de fabrication. Le marché des produits imprimés 3D est en pleine expansion (De Jong et de Bruijn 2013). Pourtant, à son début en 1980, la technologie de fabrication additive était limitée à la réalisation de prototypes qui n'étaient généralement pas fonctionnels (Gibson et al. 2010).

Aujourd'hui, cette pratique est devenue courante dans de nombreuses entreprises (Piller et al., 2015). Cette évolution ouvre des possibilités importantes d'innovation pour les entreprises.

Par ailleurs, les progrès constatés ces dernières années au niveau de l'économie numérique représentent un levier non moins important pour soutenir l'innovation notamment dans le domaine industriel. L'accès de plus en plus facile à des logiciels en open-source ou à des plateformes spécialisées a amélioré la capacité de conception au niveau industriel. Cette chaîne de valeur numérique a été complétée par la fabrication additive qui a rendu possible la réalisation de produits finis plus ou moins complexes. La transformation du design en un produit a été rendue possible même pour des particuliers. Au-delà du prototypage, cette technologie a permis de fabriquer des produits, certes en petites séries, qui étaient auparavant réalisés grâce à la technologie conventionnelle. Cette évolution dans les modes de production a libéré la capacité des utilisateurs à innover et a ouvert la voie à de nouveaux projets entrepreneuriaux.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à l'étude du potentiel que représente la fabrication additive dans le développement de projets entrepreneuriaux. La fabrication additive, appelée également fabrication rapide, est devenue une technologie de production qui a des implications majeures sur l'industrie et sur les entreprises d'une manière générale (Phalet et al., 2011). En plus du potentiel de fabrication, elle entraîne des changements importants dans les modèles d'affaires des entreprises et sur leur manière de créer de la valeur (Afuah, 2014 ; Zott et al., 2011). Les entreprises de fabrication de produits sur-mesure dans les domaines dentaire, biomédical, etc. ont adopté cette technologie avec succès (Bogers et al., 2016).

Notre objectif est de montrer, dans une démarche exploratoire, que les plateformes numériques peuvent être d'une grande utilité pour construire des business models dans le domaine industriel, favorisant ainsi l'innovation et l'entrepreneuriat.

Pour cela, nous allons d'abord présenter la technologie de fabrication additive pour ensuite montrer le potentiel entrepreneurial qu'elle permet en s'appuyant sur la plateforme Cults. Nous avancerons enfin des propositions qui peuvent orienter les recherches ultérieures.

1. Fabrication additive et entrepreneuriat, une revue de littérature

1.1 Fabrication additive, une réalité complexe

La fabrication additive couvre une réalité complexe. Il existe une variété de procédés de fabrication qui se distinguent par les contraintes technologiques, par le choix de matériaux ou encore par les propriétés mécaniques (Piller et al., 2015).

1.1.1 Types de technologies utilisées en fabrication additive

Contrairement au prototypage rapide qui utilise les technologies additives pour la fabrication de prototypes simples, la fabrication additive est une technologie reproductible et évolutive en tant que processus de production (Bogers et al., 2016). A ses débuts au cours des années 1980, cette technologie a été considérée comme un outil de prototypage. Les améliorations significatives qui ont été apportées à la qualité des pièces, au prix et aux délais de fabrication ont rendu la fabrication additive plus viable en tant que technologie de production à part entière.

La technologie a été enrichie avec des principes de fabrication comme le Lean ou encore le Juste-à-temps, notamment pour réaliser une production en petites séries axée sur le client (Tuck et al., 2007). A ce titre, plusieurs technologies ont été identifiées (Bogers et al., 2016) en fonction de la matière utilisée (filament de plastique, couches de polymère, résine liquide, etc.) ou des caractéristiques des produits à fabriquer : Fused Filament Fabrication (FFF), Selective Laser Sintering (SLS), Stereolithography Apparatus (SLA), Direct Light Processing (DLP), Polyjet Matrix (PJM) et Inkjet ZCorporation technology (Zcorp).

1.1.2 Applications industrielles de la FA

La fabrication additive a accéléré le prototypage, les capacités de personnalisation et la vitesse de production. Elle a contribué ainsi à réduire les coûts de production (Hannibal et Knight, 2018). Elle a fait évoluer le modèle de production dans plusieurs secteurs d'activité (Holweg, 2018). L'impact potentiel de la fabrication additive peut être analysé dans différents secteurs :

- L'industrie automobile : la fabrication additive est utilisée pour prototyper et fabriquer des pièces et des composants.
- L'industrie agroalimentaire : La NASA expérimente des aliments qui peuvent être imprimés pour manger dans l'espace (Lipton et al., 2015).
- L'industrie du bâtiment : la fabrication additive peut être utilisée pour les pièces et les

composants mais aussi pour produire différentes structures, notamment des logements entiers (De Laubier et al., 2018).

- L'industrie électronique : les pièces et les composants électroniques à géométrie complexe peuvent être produits grâce à la fabrication additive (Freedman, 2012; Gambell et al., 2017).
- L'industrie aéronautique : la fabrication additive est utilisée pour produire des pièces pour les moteurs à réaction et divers autres composants (Hannibal et Knight, 2018). Elle est également utilisée dans de nombreux équipements utilisés pour voyager dans l'espace extra-atmosphérique (Gambell et al., 2017; Müller et al., 2016).
- L'industrie du luxe notamment la mode et la joaillerie : les concepteurs utilisent la fabrication additive pour prototyper les chaussures, les vêtements et les accessoires. Les bijoux, qui utilisaient des machines complexes et coûteuses, peuvent également être fabriqués instantanément (Hannibal et Knight, 2018).
- L'industrie des soins de santé : les entreprises de ce secteur peuvent produire du matériel dentaire, ainsi que des dents et des prothèses de remplacement. Les données d'imagerie du patient peuvent être utilisées pour créer un modèle 3D, qui est ensuite utilisé pour diagnostiquer une maladie ou planifier une intervention chirurgicale. L'impression de matière organique, telle que la peau, à partir de cellules souches est de plus en plus possible (Müller et al., 2016).

D'autres secteurs utilisent cette technologie pour fabriquer des pièces ou des composants sur mesure (industrie du jouet, industrie de la défense, industrie des articles de cuisine, l'architecture, l'enseignement de la biologie, etc.).

1.1.3 Limites de la fabrication additive

En dépit des opportunités qu'elle offre, la technologie de fabrication additive présente de nombreuses limites. D'un côté, les matériaux utilisés ne correspondent pas toujours aux caractéristiques des processus conventionnels. De plus, le débit de production est relativement limité.

La technologie de fabrication additive comporte un risque plus important, celui de la gestion de la propriété intellectuelle (Bradshaw et al., 2010). Copier un produit physique et le convertir en données numériques partageables peut devenir aussi simple que copier un document imprimé ou partager des fichiers informatiques ordinaires (Piller et al., 2015). Les propriétaires de conceptions de pièces, de composants et de produits font face à des défis permanents pour la protection de leurs actifs en matière de propriété intellectuelle. Cette technologie rend ainsi plus facile l'espionnage industriel. Une fois l'invention mise sur le terrain, les concurrents ou de simples particuliers ont de plus en plus accès à des bases de données en ligne pour se procurer

des conceptions sur toutes sortes de pièces et de produits finis et peuvent donc reproduire rapidement des produits brevetés (Desai et Magliocca, 2013).

La fabrication additive est adaptée à la réalisation de petites séries. Les productions qui doivent être réalisées en grande quantité pour une consommation de masse ne peuvent donc pas utiliser la technologie de fabrication additive (Anderson, 2012; Berman, 2012) principalement pour des raisons de coût et de délais de fabrication.

Le choix des matériaux est également limité. La fabrication additive ne peut pas utiliser le bois ou encore la pierre par exemple. L'utilisation de certains matériaux comme les composites de carbone par exemple, n'est pas possible pour le moment (Freedman, 2012; Gambell et al., 2017; Laplume et al., 1997)

L'utilisation de la fabrication additive se trouve également limitée par la nécessité de disposer d'une expertise technique suffisante pour installer, exploiter et entretenir les équipements, plus particulièrement pour les particuliers.

Enfin, pour des raisons physiques ou technologiques, la fabrication additive ne permet pas de réaliser certaines catégories d'articles en raison de limitations liées à la taille, à la complexité ou au type de support utilisé (Hannibal et Knight, 2018).

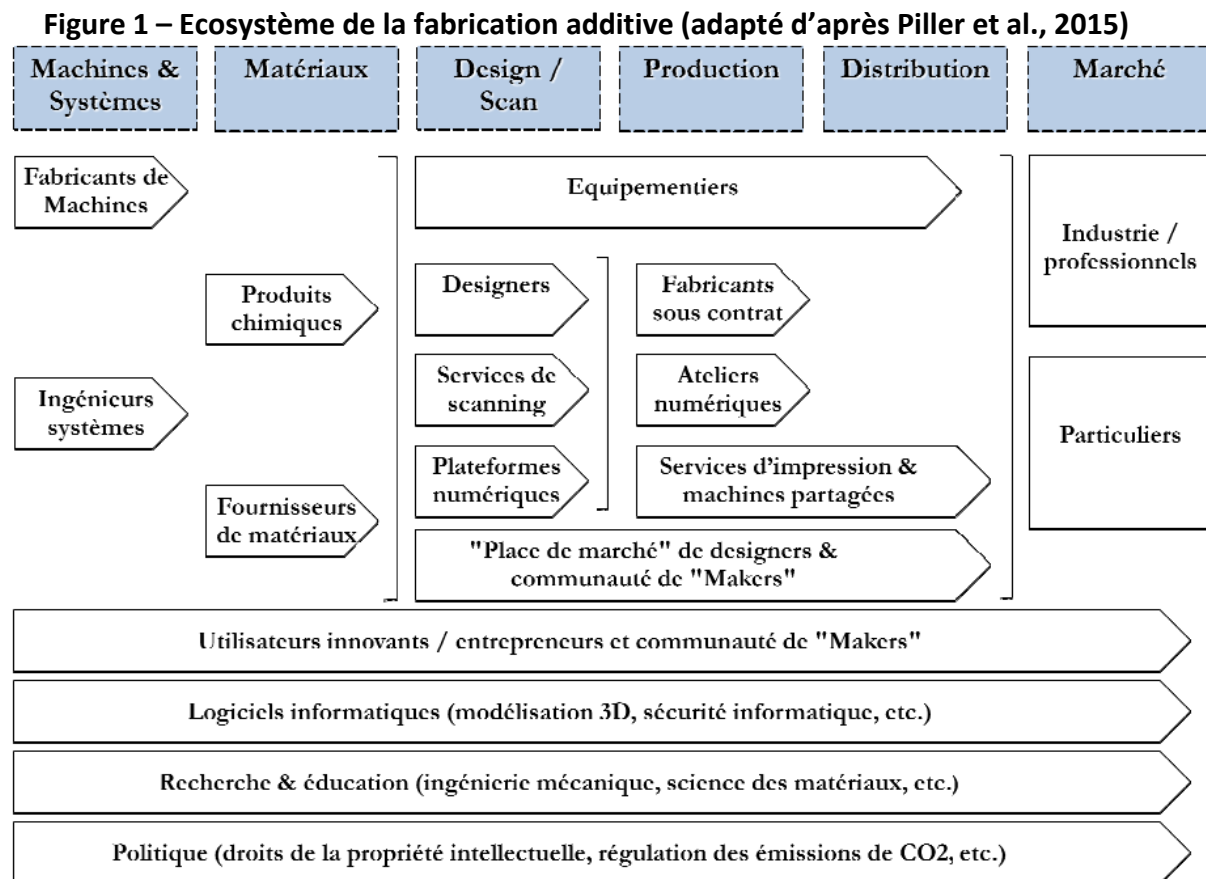
1.2 Fabrication additive, un levier de l'entrepreneuriat

1.2.1 Ecosystème de la fabrication additive

Dans les chaînes de valeur manufacturières classiques l'innovation a toujours été l'œuvre des grandes entreprises. La fabrication additive a permis, en revanche, à de petites entreprises et à des particuliers d'innover également. Cette technologie a conduit à la formation d'une communauté de "makers" ou "*Creative Commons*" qui s'est élargie au fil du temps pour couvrir un public très hétérogène de professionnels, notamment les startups, et d'amateurs qui peuvent concevoir et fabriquer localement des produits sur mesure adaptés à leurs besoins.

L'existence de programmes open-source a poussé cette communauté à innover en expérimentant différentes conceptions de chaînes de valeur et, grâce au développement de l'économie du partage, elle a rendu plus facile l'accès à la conception à travers la création de plateformes numériques comme Cults et Thingiverse par exemple. Un marché de produits imprimés 3D s'est également développé en plus d'un marché des imprimantes 3D à usage domestique (De Jong et De Bruijn 2013). La fabrication additive a révélé ainsi un potentiel important d'innovation mais aussi et surtout une niche où une nouvelle génération de startups peut se développer offrant ainsi diverses possibilités d'innovation et d'entrepreneuriat.

La fabrication additive ne doit donc pas être réduite à la seule impression 3D ni à un périphérique comme c'est souvent le cas. Il s'agit bien d'un écosystème (Piller et al., 2015). Il est donc important de comprendre les différents éléments constitutifs de cet écosystème qui vont au-delà des seules ressources de fabrication et des utilisateurs industriels (Fig. 1).



L'étude de la fabrication additive doit prendre en compte le contexte des activités de la chaîne de valeur (Brody et Pureswaran 2013; Rayna et Striukova 2014), notamment la chaîne de valeur numérique qui couvre, en plus des activités traditionnelles liées à l'approvisionnement, la production et à la distribution, les aspects de conception numérique des produits. Il s'agit de contenu numérique sous forme de fichier de conception de produits qui doit servir d'interface (Berman 2012; Tuck et al. 2008). La chaîne de valeur doit intégrer d'autres éléments tels que les logiciels, le e-commerce (notamment la conception en ligne) ou encore les règles juridiques comme les droits de la propriété intellectuelle. De ce fait, la chaîne de valeur devient pour une grande partie numérique.

1.2.2 Fabrication additive, une opportunité pour l'entrepreneuriat

Il existe trois principales approches dans l'étude de la dynamique entrepreneuriale : l'approche fonctionnelle, l'approche-individu et l'approche processus (Bachiri, 2016). C'est cette dernière approche que nous avons privilégiée dans le présent travail. En effet, elle s'articule autour de

plusieurs paradigmes dont le paradigme de la création de valeur et le paradigme de l'innovation (Bachiri, 2016). L'entrepreneuriat est perçu ainsi comme le processus d'identification et de démarrage d'une startup nouvelle en mobilisant les ressources nécessaires et en tenant compte des opportunités mais également des risques liés à un projet. Il s'agit notamment de créer des produits ou des services innovants qui apportent une nouvelle valeur économique et sociale (Bachiri, 2018). La création peut emprunter la voie de la fabrication additive. Si cette technologie ne permet pas de réaliser des économies d'échelle comme c'est le cas de la fabrication conventionnelle, elle présente plusieurs avantages pour l'entrepreneur. Le premier apport de cette technologie est qu'elle permet de fabriquer des produits personnalisés rendant ainsi la production plus flexible. En effet, les données des pièces à usiner sont directement numérisées sans utiliser ni outils ni moules (Piller et al., 2015). Aucune activité d'assemblage n'est nécessaire puisque le processus de fabrication est réduit à une seule étape même pour les pièces complexes.

La possibilité d'avoir accès à un système de fabrication flexible sans investir dans des coûts fixes élevés peut transformer davantage d'utilisateurs potentiels en entrepreneurs utilisateurs. Par conséquent, le processus de développement de nouveaux produits peut être facilité.

Grâce à la possibilité de réaliser des produits sur mesure, adaptés au besoin du consommateur, la fabrication additive facilite la mise en place d'une stratégie de différenciation par le haut.

Grâce à cette technologie, certains fabricants ont pu réaliser avec succès des produits sur mesure dans les domaines dentaire, biomédical, de la mode et de l'habillement (Bogers et al., 2016). La fabrication additive permet ainsi de réaliser des produits personnalisés. Cette personnalisation est davantage développée grâce à l'interaction numérique avec le consommateur final.

La technologie de fabrication additive affecte ainsi de manière significative les coûts de flexibilité, d'individualisation, de coût en capital et de coûts marginaux de production (Berman, 2012; Koren, 2006).

Les utilisateurs-entrepreneurs n'ont pas besoin d'acquérir leurs propres moyens de fabrication. Ils peuvent utiliser l'écosystème de la fabrication additive. Le fichier de conception du produit peut être transmis à une plateforme ayant un service d'impression 3D ou à une entreprise spécialisée dans la fabrication additive pour réaliser la production. Les coûts fixes liés à la fabrication sont ainsi éliminés ainsi que les barrières à l'entrée sur le marché.

L'élimination du coût de l'outillage (moules, fraises) rend possible la réalisation de conceptions complexes à faible volume. La fabrication additive permet également de réduire le besoin d'assemblage en utilisant un seul processus et en intégrant de multiples fonctionnalités

(Wohlers, 2013). Cet avantage permet à l'entrepreneur de se détacher de la contrainte des économies d'échelle.

La fabrication additive facilite ainsi la transformation des idées en produits. Les utilisateurs peuvent devenir de véritables entrepreneurs et commercialiser leurs innovations en développant leur propre modèle d'affaires. Ces entrepreneurs se distinguent des entrepreneurs classiques car ils sont d'abord des utilisateurs qui éprouvent un besoin dans leur quotidien et essayent de développer un produit ou un service répondant à ce besoin avant de créer l'entreprise (Piller et al., 2015). C'est donc une expérience personnelle qui a suscité une innovation et, par voie de conséquence, une opportunité d'affaires pour l'utilisateur.

La fabrication additive présente aussi l'avantage de la réduction des coûts de transport et de logistique si les produits sont fabriqués dans des endroits plus proches des consommateurs. Par conséquent, elle accroît l'importance de la prise de décision en ce qui concerne la dimension géographique, notamment le type d'accès et l'endroit où les utilisateurs finaux peuvent accéder aux fichiers de conception des produits à fabriquer (Hannibal et Knight, 2018).

La fabrication additive rend possible de nouvelles dimensions stratégiques, notamment au niveau international. Elle permet de fournir aux utilisateurs finaux des produits personnalisés, donc adaptés aux marchés locaux voire aux besoins domestiques, tout en éliminant les coûts de transport relativement élevés et dans des délais maîtrisables.

1.2.3 Fabrication additive et Business Model

Le Business Model, appelé également modèle d'affaires ou modèle d'entreprise est un concept qui couvre une diversité de perspectives (Ktiri et al., 2017), sans donner lieu à un consensus sur sa définition (Zott et al., 2011). D'une manière générale, le business model décrit la logique de création et de capture de la valeur (Afuah, 2014 ; Osterwalder et Pigneur, 2010 ; Zott et al., 2011). Le concept est né de l'émergence d'Internet, de la croissance des marchés émergents et de l'apparition de nouvelles technologies industrielles (Zott et al., 2011). Le potentiel de valeur créée a mis en évidence la nécessité de créer un modèle de capture de cette valeur. L'un des modèles créés a identifié neuf éléments fondamentaux : la proposition de valeur, les segments de clients, les relations avec les clients, les canaux de distribution, les activités clés, les ressources clés, le réseau de partenaires, la structure des coûts, et les flux de recettes (Osterwalder et Pigneur, 2010).

En conséquence, le business model fait référence à un système d'activités interdépendantes qui vont au-delà des frontières organisationnelles et qui permet à l'entreprise et à ses partenaires, dans une logique de complémentarité, de créer de la valeur et de capturer une partie de cette

valeur (Zott et Amit, 2010). Le business model est donc basé sur des flux de connaissances gérées de manière ciblée dans le cadre d'une innovation ouverte afin de créer de la valeur en exploitant une infrastructure (ressources, actifs, etc.) partagée avec les différents partenaires (Ktiri et al., 2017).

Dans ce cadre, la fabrication additive offre des opportunités pour innover et créer de la valeur en s'appuyant sur une production flexible, capable de fournir des produits personnalisés (Wohlers, 2014). Au moins trois composants majeurs sur les neuf que compte le modèle de Osterwalder et Pigneur (2010) du business model traditionnel sont appelés à évoluer : la valeur proposée, la structure des coûts et les relations avec les clients. En effet, les entreprises doivent explorer de nouveaux modèles basés sur une forte interaction avec la technologie d'une part, et avec le client d'autre part.

2 Fabrication additive et entrepreneuriat, quel rôle des plateformes numériques : Cas de Cults

2.1 Matériel et méthodes

De plus en plus d'entrepreneurs commencent à exploiter les possibilités offertes par les plateformes numériques pour vendre leur création ou pour passer à l'étape de fabrication. Plusieurs plateformes existent dans le domaine de la fabrication additive : Cults, Thingiverse, Sculpteo, Shapeways, etc.

Afin de comprendre le fonctionnement et les opportunités offertes par ce type de plateformes, nous avons opté pour une approche fondée sur l'étude de cas et avons choisi Cults comme unité d'analyse.

Selon Yin (2003), l'utilisation de l'étude de cas comme stratégie de recherche est privilégiée lorsque les questions du "comment" ou du "pourquoi" sont posées et lorsque l'accent est mis sur un phénomène contemporain dans son contexte réel.

Plusieurs sources de données ont été utilisées pour mener notre étude en s'appuyant notamment sur les recommandations de Yin (2003), Tellis (1997) et Baxter et Jack (2008).

Nous avons d'abord utilisé les données du site web de Cults pour avoir un aperçu des caractéristiques de fonctionnement de cette plateforme.

L'objectif principal de Cults est d'atteindre les "makers" qui partagent la même passion pour l'impression 3D. La plateforme a été créée en 2014 par trois français, profitant du développement de l'économie du partage. Elle compte aujourd'hui plus de 400.000 makers internationaux et plus de 45.000 designs imprimables.

Cults a commencé comme une "place de marché qui met en relation des créateurs de modèles 3D et des personnes désirant imprimer des objets en 3D". Le terme "Cults" est un anaclyse, qui, lu à l'envers, devient :

- St-Luc, "saint patron des artistes et des sculpteurs" ;
- Ou encore ".stl", format des fichiers 3D, utilisé par les "makers".

Cults est rapidement devenue un espace communautaire qui regroupe des passionnés de l'impression 3D. Elle fournit également des services sur mesure et offre également la possibilité de construire un modèle d'affaires basé sur la conception des fichiers 3D.

Les informations recueillies sur le site de Cults ont été utilisées pour déterminer :

- La nature de l'activité de la plateforme ;
- les caractéristiques des créations qui font l'objet des transactions ;
- le profil des utilisateurs de la plateforme.

Ensuite, le but principal est d'essayer d'apporter des réponses à des questions de recherche fondamentales :

- Les entrepreneurs recourent-ils à la technologie de la fabrication additive ?
- Les plateformes numériques, comme Cults, facilitent-elles la dynamique entrepreneuriale, en particulier dans le domaine industriel ?
- Quel type d'innovations ce genre de plateformes permet-il de réaliser ?

Pour cela, une interview par courrier électronique a été réalisée avec l'équipe qui a fondé Cults. Cette interview a été complétée par une réunion via Skype. L'entretien a duré 45 minutes. Les deux interviews ont été réalisées en février 2019.

2.2 Résultats et discussions

La question principale de recherche est axée autour de l'apport de la fabrication additive à la dynamique entrepreneuriale dans le domaine industriel. Nous nous sommes appuyés sur le cas de la plateforme numérique Cults dont l'activité est de fournir des services liés à l'impression 3D et à la fabrication additive d'une manière générale.

Pour cela, nous décrirons dans un premier temps le mode de fonctionnement de la plateforme Cults. Cela nous permettra d'identifier les principales motivations, en l'occurrence entrepreneuriales, des utilisateurs de ces technologies de fabrication.

L'analyse empirique nous permettra ainsi d'analyser les principaux apports des plateformes numériques à la dynamique entrepreneuriale en identifiant les composantes clés des business models qui peuvent être développés en s'appuyant sur les travaux de Osterwalder et Pigneur (2010).

2.2.1 Activité de la plateforme Cults

Cults représente la première plateforme française de ce type. Elle se présente comme une "market place" indépendante (Verbatim 1).

Verbatim 1 : "Cults est une place de marché numérique qui héberge des fichiers destinés à être imprimés en 3D. Les makers téléchargent les objets de leur choix et les impriment avec leur imprimante 3D ou via un service d'impression 3D spécialisé".

La plateforme assure plusieurs activités liées à la fabrication additive, notamment :

- la vente et partage de fichiers 3D ;
- la modélisation 3D sur demande ;
- l'organisation de concours de modélisation 3D ;
- la mise à disposition d'API ; etc.

2.2.2 Profil des utilisateurs de la plateforme

Cults utilise les statistiques globales fournies par l'outil Google Analytics. Selon les chiffres de l'année 2018, la plateforme compte 430 000 utilisateurs inscrits dont 4 500 makers (soit 1,05%).

Ils sont majoritairement de sexe masculin à 81,31% (Tableau n°1).

Tableau 1 : Sexe des utilisateurs de la plateforme

Sexe	Pourcentage
Masculin	81,31%
Féminin	18,69%

La population utilisant la plateforme Cults est relativement jeune. En effet, plus de la moitié de la population a moins de moins de 35 ans (Tableau n°2).

Tableau 2 : Age des utilisateurs de la plateforme

Age	Pourcentage
18-24	18,57%
25-34	35,57%
35-44	24,81%
45-54	13,21%
55-64	5,56%
65+	2,30%

2.2.3 Principales motivations des utilisateurs de la plateforme

La principale motivation des "downloaders" est de trouver, à titre gratuit ou onéreux, des fichiers ".stl" adaptés à leurs besoins personnels afin de les fabriquer dans des machines personnelles ou chez des professionnels.

En revanche, deux autres motivations majeures ont été identifiées pour les "makers" : assurer une visibilité de leur création et/ou vendre d'autres créations (Verbatim 2).

Verbatim 2 : "La motivation des designers est double : générer de la visibilité pour leur travail & gagner de l'argent sur la vente de leurs créations 3D. Pour chaque vente, le designer récupère 80% du prix de vente net".

En effet, certains fichiers sont mis, par les *makers* à la disposition des *downloaders* gratuitement, d'autres sont payants.

2.2.4 Apport de la plateforme à la dynamique entrepreneuriale

L'accès à la fabrication additive pour les jeunes entrepreneurs, en particulier les étudiants, reste relativement timide. Le potentiel entrepreneurial qu'offre cette technologie, notamment à travers les plateformes numériques, est non négligeable.

Ce type de plateformes permet d'abord à une population jeune de se former à une nouvelle technologie, développer leur créativité et vendre leur création (Verbatim 3).

Verbatim 3 : les motivations des étudiants "... Se former sur une nouvelle technologie ; réaliser des travaux estudiantins car certains étudiants ont aussi une imprimante 3D dans leur école ou université ; décorer et aménager leurs domiciles ; gagner un peu d'argent en vendant leurs modèles 3D".

L'accessibilité de cette technologie permet facilement de passer à la phase de concrétisation de projets entrepreneuriaux (Verbatim 4).

Verbatim 4 : "L'accès au prototypage est plus qu'intéressant pour des étudiants qui seront capables plus facilement de matérialiser leurs idées et leurs concepts. L'impression 3D étant beaucoup plus accessible et permet d'accélérer la phase de développement d'une aventure entrepreneuriale. L'impression 3D permet de tester des produits".

Le jeune entrepreneur peut ainsi demander l'avis d'une communauté d'imprimeurs 3D pour un premier feedback sur les produits à fabriquer (Verbatim 5).

Verbatim 5 : "Un jeune entrepreneur peut aussi tester ses idées d'impressions 3D auprès de notre communauté d'imprimeurs 3D qui peuvent lui faire des retours sur l'imprimabilité, l'utilité, etc."

La concrétisation du projet entrepreneurial commence par les possibilités offertes par ce type de plateformes pour accéder au financement du projet. Certains jeunes entrepreneurs utilisent la plateforme Cults pour se faire connaître auprès d'une population de *makers*. Ensuite, ils peuvent récolter des fonds, via la plateforme, pour financer leur projet (Verbatim 6).

Verbatim 6 : "Cults peut aider un jeune entrepreneur à se faire connaître auprès d'un public cible de makers. Certains utilisent d'ailleurs Kickstarter pour tenter de récolter des fonds et utilisent Cults pour partager le lien vers leur Kickstarter."

L'entrepreneur peut également s'appuyer sur Cults pour accéder à des imprimantes 3D personnelles ou des machines industrielles en utilisant les "codes promo" offerts sur la plateforme aux utilisateurs.

Une fois le produit réalisé, le jeune entrepreneur peut le proposer sur d'autres plateformes, comme *Shapeways* par exemple. La conception, en fichier ".stl", peut également être vendue (Verbatim 7).

Verbatim 7 : "L'autre variable peut être pour ces jeunes entrepreneurs de proposer leurs modèles, une fois imprimés, via Shapeways par exemple et de compléter leurs revenus en vendant également le modèle 3D en version numérique à notre communauté de possesseurs d'imprimantes 3D"

S'il n'y a pas de données précises sur les entreprises qui ont vu le jour via Cults, il n'en est pas moins que certaines startups intègrent Cults dans leur business model. Certaines pour commercialiser leurs modèles numériques (UAU Project, Voodoo Studio, Formbyte, Budmen Industries, Europeprap, etc.), d'autres pour assurer plus de visibilité en partageant gratuitement leur création (Adafruit, Beeverycreative, 3DBrooklyn, Mosaic Manufacturing, BQ, gCreate, Eumakers, etc.).

2.2.5 Business Models potentiels en fabrication additive

L'étude menée auprès de la plateforme Cults permet de rendre compte de l'existence d'un Business Model orienté innovation. Il s'appuie sur une chaîne de valeur numérique et représente

une opportunité pour les jeunes entrepreneurs, et plus particulièrement une population estudiantine.

Les neuf composantes du Business Model, telles que présentées par Osterwalder et Pigneur (2010) ont été identifiées dans de potentiels business models construits autour de la fabrication additive.

Concernant la valeur proposée, la fabrication additive permet d'innover et d'accéder facilement à la production dans le domaine industriel. Elle permet de créer de la valeur à partir d'une stratégie de différenciation qui cherche à construire un avantage concurrentiel basé sur la personnalisation, donc le "sur mesure".

Pour les clients, deux segments ont été identifiés : le B2B et le B2C. Les clients sont composés à la fois de particuliers, qui peuvent acheter les créations et les fichiers de conception dans une démarche de différenciation, et de professionnels appartenant à différents secteurs d'activité (dentaire, biomédical, architecture, etc.). La fabrication additive permet de réaliser une fabrication directe avec des formes personnalisées et d'assurer une interaction numérique avec les consommateurs, comme cela a été souligné par Bogers et al. (2016)

Quant aux canaux de distribution, les produits réalisés (création ou fichiers de conception) peuvent être écoulés principalement grâce aux plateformes numériques (Cults, Shapeways, etc.).

Les relations clients sont également gérées par les startups de fabrication additive grâce aux mêmes plateformes numériques. L'activité de ces plateformes est basée sur l'économie du partage. Elles créent donc des connexions à travers une communauté de designers, de makers, de testeurs, d'utilisateurs, etc. D'autres activités, comme les blogs créés par Cults par exemple, facilitent aussi cette interaction avec les clients potentiels.

Par conséquent, le marketing représente une activité clé au sens de Osterwalder et Pigneur (2010) à côté de l'activité de production (conception, fabrication, etc.). Ce type d'activité où s'entremêlent la conception, la fabrication et la commercialisation, s'appuie sur des ressources clés. À côté de l'accès aux plateformes numériques, véritable ressource stratégique, les ressources humaines jouent un rôle déterminant, notamment au niveau de la conception et de la commercialisation. Quant à la fabrication, elle peut être sous-traitée. Les entrepreneurs qui ne possèdent pas de machines de fabrication additive peuvent faire appel aux détenteurs de ces machines qui peuvent être des professionnels (FabLab, etc.) voire même des particuliers sont également des partenaires incontournables (particuliers, FabLab, etc.) qui deviennent à cet égard des partenaires clés du projet.

Enfin, l'équation du profit du projet entrepreneurial est composée de deux éléments. La structure des coûts comporte les frais de conception et les commissions versées aux différentes plateformes impliquées dans le processus (20% pour Cults par exemple). La simplification du processus permet de réduire les coûts, notamment les coûts fixes. Cela confirme ce que Bogers et al. (2016) ont avancé sur l'avantage que représente la réduction des coûts, de complexité de la chaîne logistique et de délais.

Les flux de revenus proviennent de la vente des créations (produits fabriqués ou fichiers de conception).

Les plateformes numériques impliquées dans la fabrication additive, comme Cults, permettent ainsi d'explorer de nouvelles niches entrepreneuriales et de développer de nouveaux business models orientés fabrication.

L'étude du rôle de ce type de plateformes sera complétée par une enquête qui sera réalisée auprès des utilisateurs (makers ou downloaders) afin de définir avec précision leurs motivations et l'impact de la technologie de la fabrication additive sur leurs intentions entrepreneuriales et leur penchant vers l'innovation. L'analyse de l'écosystème et des parties prenantes impliquées dans le processus permettra également un regard riche sur les contours de cette technologie.

Conclusion et perspectives :

La fabrication additive ouvre la voie à de nouvelles opportunités entrepreneuriales. Elle a permis une avancée importante dans l'innovation, notamment dans le domaine industriel. Le développement de plateformes numériques dédiées à cette technologie ainsi qu'une communauté de "makers" témoignent de l'apparition de nouvelles chaînes de valeur permettant de construire de nouveaux business models.

La réalisation de la production sur le lieu d'utilisation finale présente des avantages non négligeables en matière de coûts (transport, logistique, etc.) et de délais tout en répondant à différents segments du marché.

Cependant, la complexité de l'écosystème et la diversité des parties prenantes exigent une réflexion sur le mode de gouvernance de ce type d'activité, notamment au niveau de l'encadrement juridique (droits de la propriété intellectuelle, normes de sécurité des produits, périmètre des responsabilités, etc.). Une autre difficulté vient du fait de l'importance de la capacité de riposte des entreprises utilisant les technologies conventionnelles. Elles peuvent notamment utiliser leur avantage en matière d'économies d'échelle pour remettre en question l'avantage concurrentiel rendu possible par la différenciation des produits réalisés grâce à la fabrication additive.

Bibliographie :

- .Koren, Y. (2006). *General RMS characteristics. Comparison with with dedicated and flexible systems*. In A. Dashchenko (Ed.), *Reconfigurable Manufacturing Systems: 21st Century Technologies*. London: Springer.
- Afuah A. (2014). *Business Model Innovation: Concepts, Analysis and Cases*, Routledge, NewYork, NY (2014)
- Anderson C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*, Crown Business Publishing, New York.
- Bachiri, M. (2016). "Les déterminants de l'intention entrepreneuriale des étudiants, quels enseignements pour l'université marocaine?", *Management & Avenir*, 11(7), 109-127.
- Bachiri, M. (2018). "Nouvelles pratiques organisationnelles pour l'accompagnement entrepreneurial : le cas du coworking", *Revue Marocaine de Recherche en Management et Marketing*, N°18, Juin, 45-56
- Baxter, P. & Jack, S. (2008). "Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers", *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- Berman, B. (2012). "3-D printing: The new industrial revolution", *Business horizons*, 55(2), 155-162.
- Bogers, M., Hadar, R. & Bilberg A. (2016). "Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing", *Technological Forecasting and Social Change*, 102 (2016), 225-239.
- Bradshaw, S., Bowyer, A. & Haufe P. (2010). "The intellectual property implications of low- cost 3D printing", *ScriptEd*, 7, 5-31.
- Brody, P. & Pureswaran, V. (2013). *The new software-defined supply chain*. IBM Institute for Business Value.
- De Jong, J. P., & de Bruijn, E. (2013). "Innovation lessons from 3-D printing", *MIT Sloan Management Review*, 54(2), 43-52.
- De Laubier R., Wunder, M., Witthoft, S. & Riothballer C. (2018). *Will 3D printing remodel the construction industry?*, BCG.
- Desai, D.R. & Magliocca G.N. (2013). "Patents, meet Napster: 3D printing and the digitization of things", *Georgetown Law Journal*, 102, 1691-1720
- Freedman D.H. (2012). "Layer by layer", *Technology Review*, 115, 50-53.
- Gambell, T., Blackwell, E., Dhawan, R., George, K., Marya, V. & Singh, K. (2017). *The great re-make: Manufacturing for modern times*, McKinsey & Company.
- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2010). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. New York, London: Springer.
- Hannibal, M. & Knight, G. (2018). "Additive manufacturing and the global factory: Disruptive technologies and the location of international business," *International Business Review*, Elsevier, 27(6), 1116-1127.

- Holweg, M. (2018). "The limits of 3-D printing", *Harvard Business Review*
- Ktiri, F., Bachiri, M. & Guelzim, S. (2017). "Management de l'innovation par le Business Model : Application à une entreprise artisanale au Maroc", *International Journal of Economics & Strategic Management of Business Process-ESMB*, 9, 178-187
- Laplume, A.O., Petersen, B. & Pearce, J.M. (2016). "Global value chains from a 3D printing perspective", *Journal of International Business Studies*, 47, 595-609.
- Lipton, J.I., Cutler, M., Nigl, F., Cohen, D. & Lipson, H. (2015). "Additive manufacturing for the food industry", *Trends in Food Science & Technology*, 43, 114-123
- Mellor, S., Hao, L., & Zhang, D. (2014). "Additive Manufacturing: A Framework for Implementation", *International Journal of Production Economics*, 149, 194-201.
- Müller, A., Karevska, S., Wienken, R. & Kilger, C. (2016). EY's global 3D printing report. Ernst & Young GmbH.
- Osterwalder, A. & Pigneur V. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, John Wiley & Sons.
- Phaal, R., O'Sullivan, E., Routley, M., Ford, S. & Probert, D. (2011). "A framework for mapping industrial emergence", *Technological Forecasting and Social Change*, 78 (2), 217- 230
- Piller, F., Weller, C. & Kleer, R. (2015). "Business models with additive manufacturing: opportunities and challenges from the perspective of economics and management", C. Brecher (Ed.), *Advances in Production Technology*, Springer International Publishing, 39-48.
- Rayna, T. & Striukova L. (2014). "The impact of 3D printing technologies on business model innovation", *Digital Enterprise Design & Management*, Advances in Intelligent Systems and Computing, 53, 119-132.
- Tellis, W. M. (1997). "Introduction to Case Study". *The Qualitative Report*, 3(2), 1-14.
- Tuck, C., Hague, R., Burns, N. (2007). "Rapid manufacturing: impact on supply chain methodologies and practice". *International Journal of Services and Operations Management*, 3(1), 1-22.
- Tuck, C.J., Hague, R.J., Ruffo, M., Ransley, M., & Adams, P. (2008). "Rapid Manufacturing Facilitated Customization". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(3), 245-258
- Wohlers, T. T. (2014). Wohlers Report 2014. Fort Collins, CO: Wohlers Associates. Wohlers, T. T. (2013). Wohlers Report 2013. Fort Collins, CO: Wohlers Associates.
- Yin, R-K. (2003), *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Zott, C. & Amit, R. (2010). "Business model design: an activity system perspective?". *Long Range Plan*, 43 (2–3), 216-226
- Zott, C., Amit, R. & Massa, L. (2011). "The business model: recent developments and future research", *Journal of Management.*, 37 (4), 1019-1042.