MG01 – Management de l'innovation et de l'entrepreneuriat

Département humanités **P2023**

Durée de l'examen : 01h30 Salle : P305

Consignes d'examen

- Lire attentivement l'ensemble du sujet
- Veillez à la présentation générale de votre copie, à sa lisibilité, ainsi qu'à sa qualité orthographique.
- Aucun document n'est autorisé

QUESTIONS : Répondez de façon claire et structurée aux questions ci-dessous.

Justifiez vos réponses en vous appuyant sur les exemples cités dans le texte et le cours / TD.

1. Quelle est l'origine des innovations développées par 3Deus Dynamics (et des futures innovations envisagées par l'entreprise) ? Technology Driver, Market Reader et/ou Need seeker ? Justifiez votre réponse (4 points).
2. Quelle est la proposition de valeur de 3Deus Dynamics (3 points) ?
3. Comment 3Deus Dynamics finance-t-elle ses phases RD et d'industrialisation ? Que pensez vous de ces choix et des montants nécessaires (4 points)
4. Par quel(s) moyen(s) une entreprise peut-elle protéger une innovation ? Quel a été le choix de 3Deus Dynamics ? Ce choix vous semble-t-elle pertinente ici ? (4 points)
5. Comment définir les marchés prioritaires d'une startup ? Vous répondrez à cette question en vous appuyant à la fois sur le projet développé durant le semestre et le cas 3Deus Dynamics (5 points).

Document 1 : INTERVIEW : 3Deus Dynamics : l'impression 3D sans limites

Posté le 9 mai 2023 par Benoît CRÉPIN dans Innovations sectorielles

Source : *https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/3deus-dynamics-limpression-3d-sans-limites-123242/*

Issue de travaux de recherche menés au sein de la plateforme lyonnaise 3d.FAB, la jeune pousse 3Deus Dynamics est en passe d'industrialiser un procédé d'impression 3D en milieu granulaire appelé le « Moulage Dynamique », une technologie de rupture qui repousse bon nombre des limites inhérentes à l'impression 3D. L'entreprise vise dans un premier temps le marché de la santé, et plus précisément celui des dispositifs médicaux en silicone tels que les modèles anatomiques préopératoires et les implants personnalisés.

Officiellement créée en octobre 2020, 3Deus Dynamics est le fruit de travaux de recherche menés quelques années auparavant par le Dr Christophe Marquette et le Dr Edwin-Joffrey Courtial, co-fondateurs de la start-up aux côtés de son PDG Julien Barthès. C'est en effet fin 2017 que les deux chercheurs CNRS de l'Institut de Chimie et Biochimie Moléculaires et Supramoléculaires*[1]* (ICBMS) ont développé, au sein de la plateforme technologique innovante 3d.FAB, un procédé d'impression 3D particulièrement innovant, résolvant les problématiques de l'impression de matériaux viscoélastiques tels que le silicone en matière d'effondrement de structure. Le procédé repose sur l'utilisation, en guise de moule, d'une poudre capable de s'adapter dynamiquement à la forme de l'objet en cours d'impression. Une approche ainsi baptisée « Moulage Dynamique ».

Flairant son potentiel en matière d'applications industrielles, les pères de la technologie se lancent alors en 2018 dans un programme de maturation financé par la SATT*[2]* lyonnaise Pulsalys. Tant technologique qu'entrepreneuriale, cette phase de développement se révèle « un franc succès », comme s'en félicite le Dr Edwin-Joffrey Courtial, actuel directeur technique de la jeune pousse. Une réussite qui aboutit, fin 2020, à la création de 3Deus Dynamics, à la faveur d'un transfert de technologie réalisée par l'Université de Lyon, détentrice des deux brevets internationaux protégeant le procédé.

Six mois à peine après sa naissance, la jeune pousse lyonnaise réalise une première levée de fonds et devient lauréate du concours d'innovation français i-Lab. Un premier succès pour l'entreprise, confirmé en 2022 par l'obtention d'une subvention de plus de deux millions et demi d'euros dans le cadre du concours européen d'innovation EIC Accelerator.

Actuellement en phase de certification ISO 13485*[3]*, 3Deus Dynamics compte ainsi mettre à profit ces fonds pour accélérer son développement sur un marché prioritaire : celui des dispositifs médicaux. Cofondateur et actuel directeur technique de la jeune pousse, le Dr Edwin-Joffrey Courtial nous dévoile quelques-uns des secrets de la technologie qu'il a contribué à mettre au point, et nous livre les perspectives qu'elle ouvre en matière d'applications industrielles.

Techniques de l'Ingénieur : Comment fonctionne le procédé que vous avez mis au point ? Quel rôle la poudre joue-t-elle dans cette technologie ?

Dr Edwin-Joffrey Courtial, Ingénieur de Recherche CNRS, co-inventeur du Moulage Dynamique cofondateur & directeur technique de 3Deus Dynamics.

Edwin-Joffrey Courtial : Le Moulage Dynamique est un procédé freeform, c'est-à-dire sans limite de géométrie, dans lequel la poudre joue le rôle de moule dynamique. […]

C'est une approche extrêmement versatile, qui permet de travailler avec de nombreux matériaux autres que le silicone : plastiques, métal, matériaux inorganiques, céramiques… et ce sans aucune reformation chimique. On peut aussi imprimer dans des poudres sacrificielles, que l'on va retirer post-impression. Notre procédé est donc très complet. Ses multiples variantes font qu'il s'adresse à un très grand nombre d'applications.

D'un point de vue très concret, imprimer dans la poudre consiste à utiliser une tête de dépose qui se meut au sein même de ce milieu granulaire. Cela implique donc que la poudre doit se réparer rapidement après le passage de cette tête, afin d'éliminer les crevasses qui se forment. Imaginez, par exemple, imprimer dans de la Maïzena… Cela ne serait pas du tout évident ! Le choix de la poudre repose donc essentiellement sur des questions d'écoulements, de paramètres rhéologiques. Nous savons aujourd'hui définir très rapidement si une poudre peut faire office ou non de moule dynamique, et quels seront les matériaux que l'on pourra imprimer à l'intérieur. Sans en dire trop pour des questions de protection de propriété intellectuelle, je peux simplement indiquer que ces poudres peuvent être de nature organique ou inorganique.

Votre procédé n'implique aucune limite en matière de géométrie… Qu'en est-il des dimensions de l'objet à imprimer ?

C'est une question très importante, sur laquelle nous nous sommes penchés. En sondant le monde économique, nous avons identifié une forte demande en matière de scalabilité*[5]* de l'impression 3D. Les industriels ont besoin de pouvoir réaliser en impression 3D des objets de plus en plus grands, mais aussi de petits objets très détaillés… Voire un mélange des deux : de très grands objets avec certaines parties très finement imprimées. De manière assez surprenante, notre procédé se révèle capable de répondre à ces besoins. Nous sommes tout d'abord en mesure d'imprimer des objets avec une résolution inférieure à 50 microns. Cela équivaut à ce qui se fait de mieux sur le marché, avec des technologies sur lit de poudre notamment. Mais nous sommes aussi capables d'imprimer de grands objets, qui tiennent dans un moule dynamique de plus d'un mètre cube.

Il s'agit d'un volume d'impression considérable, avec, en plus, des vitesses d'impression qui sont importantes : on peut atteindre des vitesses linéaires de l'ordre de 500 mm/s, là où les autres approches se cantonnent généralement à des vitesses d'environ 10 à 20 mm/s, voire une cinquantaine pour les plus performantes. Cela est rendu possible par les propriétés rhéologiques des poudres que nous sélectionnons : elles sont capables de se réparer vite, donc de contenir rapidement le fluide d'impression, et de reprendre leur état statique tout aussi rapidement.

Nous sommes aussi capables – et cela a été l'objet de notre deuxième brevet – de rajouter de la poudre au cours de l'impression. Cela permet donc d'imprimer de très grands volumes, sans les remplir entièrement de poudre dès le départ.

Et nous avons encore plein de cartes à jouer : aller plus loin sur le plan de la résolution, imprimer des multi-matériaux… […].

Quels marchés visez-vous ?

Nous avons défini trois marchés prioritaires : santé, aéronautique et défense. Parmi eux, il en est un que nous avons choisi d'adresser en premier : celui de la santé. Les fondateurs de 3Deus Dynamics sont en effet très impliqués dans cette communauté ; ils disposent d'un important réseau et d'une reconnaissance dans ce domaine.

Le financement que nous avons obtenu dans le cadre du concours européen EIC Accelerator va donc être mis à profit pour concevoir et fabriquer une ligne de production dédiée à ce secteur de la santé. Elle fonctionnera en environnement propre et permettra de réaliser des dispositifs médicaux conformément à la norme ISO 13485 et au règlement européen 2017/745.

Que représente, concrètement, une telle ligne de production, en matière d'équipements et d'infrastructures ?

Nous sommes tout simplement sur le point de déménager… Nous étions en effet pour l'heure hébergés au sein d'Axel'One Campus de l'Université Lyon 1, aux côtés de la plateforme 3d.FAB. Les mètres carrés y sont limités : nous avions jusqu'à présent à disposition une soixantaine de mètres carrés, sans salle propre. Nous allons donc, dans les trois mois qui viennent, déménager dans des locaux de plus de 1 500 m², dont 500 à 600 m² seront dédiés à la santé. Nous aurons des salles propres, dans lesquelles la ligne de production pourra être intégrée.

D'autre part, le concours i-Lab nous a permis de concevoir et de fabriquer notre première imprimante 3D industrielle adaptée à notre procédé de Moulage Dynamique. Il s'agit de la Deus Light. Cette machine tourne déjà dans notre laboratoire. Elle est donc éprouvée, et nous permettra de répondre à des besoins de prototypage ou de petite série, pour des applications dans l'aéronautique et la défense. Cette machine pourra par ailleurs tout à fait être mise à l'échelle pour être utilisée dans des productions industrielles de plus grande série. Nous sommes pour cela accompagnés par un partenaire de longue date, expert de la machine spéciale.

Quel modèle économique comptez-vous mettre en place, à terme ?

Nous avons avant tout vocation à être un apporteur de solutions. Nous développons des produits à très haute valeur ajoutée pour tous les marchés porteurs. Nous n'écartons toutefois pas la possibilité de déployer notre outil de production industrielle directement chez le client avec accord de sous-licences et location d'instruments.

Quelles sont vos perspectives en matière de poursuite de la R&D ?

La R&D de 3Deus Dynamics provient, au départ, de l'université, du CNRS et de sa plateforme 3d.FAB. Ce lien se verra renforcer par la création d'un laboratoire commun de recherche et permettra d'accélérer le transfert des grandes innovations qui feront le Moulage Dynamique de demain.

Pour conclure, je dois dire que je suis moi-même impressionné par l'atteinte, en l'espace de 3 ans seulement, de la phase d'industrialisation de notre procédé. Cela n'a pas été de tout repos, mais le chemin parcouru a été passionnant !

[1] UMR5246, Université Claude Bernard Lyon1, INSA Lyon, CPE Lyon et CNRS

[2] Société d'accélération du transfert de technologies

[3] La norme ISO 13485 est un référentiel de certification volontaire de la démarche qualité développé pour le secteur des dispositifs (Source : AFNOR Certification)

[5] Possibilité de monter en échelle

Document 2 : La deeptech 3Deus Dynamics lance sa première ligne de production par moulage dynamique
L'Usine Nouvelle (site web) - lundi 3 avril 2023

[…]

Des implants médicaux en silicone bientôt fabriqués en 3D, c'est le défi relevé par la start-up 3Deus Dynamics. La deeptech lyonnaise a annoncé le 22 mars dernier la construction à partir de mai 2023 de sa première ligne de production de dispositifs médicaux personnalisés en silicone grâce à un financement de 2,5 millions d'euros attribué en décembre 2022 par le programme EIC Accelerator du Conseil européen de l'innovation.

La société, qui a breveté son procédé d'impression 3D en 2018 et développé sa première imprimante industrielle de moulage dynamique en septembre 2022, entame une étape stratégique avec cette ligne de production prévue pour être opérationnelle d'ici un an et demi. Le projet inclut la réception du fichier numérique du client, la fabrication des pièces, leur post-traitement, le conditionnement et l'envoi.

Fabriquer les premiers implants médicaux en silicone

La ligne sera installée en salle blanche pour respecter les exigences de la norme ISO 13 485 qui encadre la production de tous les dispositifs médicaux, de la classe 1 pour les dispositifs externes jusqu'à la classe 3 pour les dispositifs implantables. « Nous attendons l'obtention de la certification pour début mai. Cela nous permettra, une fois la ligne installée, de produire des dispositifs médicaux patients spécifiques souples en silicone implantables (prothèses vasculaires, implants de trachée...). Ce qui n'existe pas à l'heure actuelle », souligne Julien Barthès, président de 3Deus Dynamics.

Créée en octobre 2020, la start-up produit déjà des dispositifs médicaux non implantables en silicone. Ils sont utilisés pour la planification chirurgicale de plusieurs hôpitaux. « Nous avons choisi comme premier marché les dispositifs médicaux en silicone car l'impression de matériaux souples pour le médical est très peu développée. Sur les procédés d'impression 3D existants sur le silicone, il faut rajouter des additifs pour éviter que les pièces ne s'effondrent durant leur fabrication. La présence de ces molécules empêche alors toute utilisation médicale », précise-t-il. Son procédé s'adapte également à de nombreux matériaux. Sur les céramiques, il permet déjà de fabriquer des implants médicaux type mâchoires et des travaux de recherche sont en cours pour l'adapter aux métaux et aux thermoplastiques.

Un milieu granulaire comme moule dynamique de la matière

Le moulage dynamique a été breveté dès 2018 par les trois partenaires scientifiques fondateurs de la société. Deux d'entre eux travaillaient à l'époque à l'Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires (ICBMS) de l'Université Claude Bernard de Lyon, où ils ont imaginé le concept de ce procédé de rupture. « Le déclic est venu avec l'idée d'imprimer dans un bac à sable. Nous l'avons

transposé dans un bac à poudre constitué d'un milieu granulaire qui sert de moule transitoire à la matière déposée par extrusion », explique Julien Barthès.

La société a breveté différentes compositions de poudres qui réagissent comme un fluide. Dès que la tête d'impression, plongée dans la poudre, se déplace dans le bac, la poudre reprend sa place immédiatement. La tête d'impression est toujours entourée de poudre, qui se comporte ainsi comme un moule dynamique soutenant la matière en formation. Ce qui donne au procédé une totale liberté de design sur la pièce à imprimer. Le post-traitement consiste alors à chauffer le bac de poudre pour réticuler le silicone, à démouler la pièce puis, pour des applications médicales, à éliminer les résidus de poudre susceptibles de la contaminer.

De nouveaux composites intéressants pour les industriels

La bonne surprise, c'est que ce risque de mélange s'est transformé en une innovation pour l'industrie. « Nous nous sommes aperçus que lorsque la poudre se mélange au silicone pendant le chauffage. Elle forme un matériau composite doté de propriétés fonctionnelles (résistance au feu, conductivité, électromagnétisme) », raconte-t-il. Des industriels de l'aéronautique sont déjà devenus clients pour la fourniture de joints résistants à 1000 °C ou des joints de blindage EMI (contre les interférences électromagnétiques).

Dans la future usine lyonnaise de 1000 m2 dans laquelle 3Deus Dynamics s'installera en septembre prochain, de nouvelles lignes industrielles côtoieront donc les lignes médicales. La start-up profitera en effet d'une nouvelle levée de fonds de 3 millions d'euros qu'elle finalisera au 2ème trimestre pour développer son parc de machines. D'ici à fin 2023, elle doublera également son effectif pour atteindre 20 salariés.