

03/2022 | FR

# fon

le magazine formnext



---

Lynxter  
concilie inno-  
vation et  
art de vivre  
» Page 16

---

Constructions-3D  
rapproche  
béton et  
philosophie  
» Page 22

---

VLM Robotics  
associe  
Industrie 4.0  
et bon vin  
» Page 30

by **formnext**

# Le mieux est l'ennemi du bien

[ proverbe français ]

Page de couverture : feedbackmedia.de, iStock / Waidelotte

## ÉDITORIAL

Quand le vin est tiré, il faut le boire, dit un adage français. Il ne s'agit pas seulement de ne pas laisser de bonnes bouteilles se perdre : cela signifie que quand on a entrepris quelque chose, il faut aller jusqu'au bout.

Il y a longtemps que l'industrie française de la fabrication additive a débouché la bouteille : quand on demande à des spécialistes à Paris ou dans les régions qui a inventé l'impression 3D, ce n'est pas le nom de Chuck Hall qu'ils mentionnent, mais presque invariablement ceux de Jean-Claude André, Olivier de Witte et Alain le Méhauté. Les trois inventeurs avaient en 1984 mis au point un procédé de stéréolithographie et l'avaient fait breveter, sans faire preuve apparemment d'autant de talent commercial que Hall, de l'autre côté de l'Atlantique.

Même si le développement a été par la suite un peu moins rapide en France que par exemple aux États-Unis, le pays partenaire de Formnext 2022 a vu depuis se développer une industrie de la FA à la fois très vaste et très innovante, couvrant l'ensemble des solutions de la chaîne de processus tout en se prévalant, de l'impression en béton à l'impression en silicone, d'une série d'entreprises au savoir-faire très exclusif.

Cet été, notre rédacteur en chef Thomas Masuch s'est rendu personnellement dans un certain nombre d'entre elles afin de vous présenter ce récit de voyage un peu particulier et les dernières actualités de la FA de notre pays partenaire, la France.

La France peut s'enorgueillir de compter un grand nombre de groupes et marques de renommée mondiale. Son portefeuille de produits va des sous-marins aux sports d'hiver et à l'habillement, en passant par les centrales nucléaires, les trains, les avions, les parfums, les vins et les voitures. Ces entreprises sont constamment en quête d'innovation. Elles ont de plus en plus recours à la fabrication additive, tant au stade du développement de produits qu'à celui de la production en petites et moyennes séries notamment, et l'on peut raisonnablement s'attendre à ce que ces applications connaissent un essor considérable à l'avenir.

Le futur de la fabrication additive est en outre subventionné par l'État par le biais de multiples programmes d'aide – l'impression 3D doit entre autres contribuer à faire progresser une certaine réindustrialisation en France, étant donné que l'on a, dans certains secteurs industriels, oublié au cours des dernières décennies de boire le vin tiré. Cela représente un énorme potentiel pour les fournisseurs, mais aussi pour les utilisateurs du monde de la FA. Formnext, la principale plateforme mondiale d'innovation et de contact du secteur de la FA, va faciliter la mise en valeur et l'exploitation de ce potentiel.

Je me réjouis de retrouver la « grande FAmille » en novembre à Francfort.

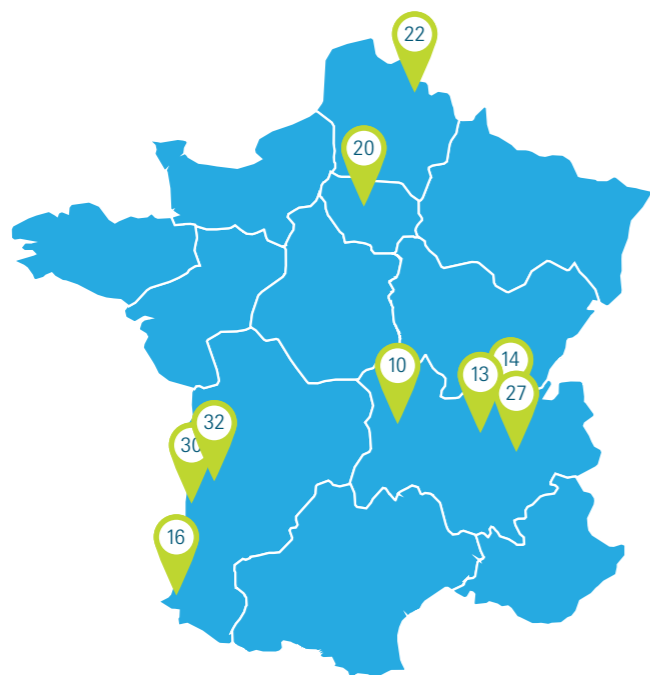
À bientôt !



**Sascha F. Wenzler**  
Vice-président de Formnext



## SOMMAIRE



## 05 FORMNEXT NEWS

» Toujours un franc succès

## 06 DU FABRICANT À L'UTILISATEUR

» Un aperçu du marché français de la FA

## 08 PARTENAIRES

» Réseau Carnot, région Nouvelle-Aquitaine, Initiative 3D

## 10 UNE DIMENSION INTERNATIONALE POUR OBJECTIF

» AddUp

## 13 DES MICRO-OUTILS FLOTTANTS

» Binc Industries

## 14 PROTOTYPES DE LOKI ET THOR

» Fabulous

## 16 IMPRESSION SILICONE ET PLAGES DE SURF

» Lynxter

## 20 IMPRESSION POLYVALENTE À PARTIR DE GRANULÉS

» Pollen AM

## 22 BÉTON, PHILOSOPHIE ET L'ÉLÉPHANT DE NAPOLÉON

» Constructions-3D

## 27 L'ALUMINIUM EST NOTRE ADN

» Constellium

## 30 DU FÛT À LA PIÈCE FERROVIAIRE

» VLM Robotics, Wine & Tools

## 34 DE FIL EN AIGUILLE

» Petites tables et plaisir des papilles

## FORMNEXT NEWS



## FORMNEXT POURSUIT SA CROISSANCE ET RESTE UN FRANC SUCCÈS

Après un retour réussi en présentiel l'année dernière, le salon Formnext continue de surfer sur la vague du succès : en août 2022, le salon mondial leader de la fabrication additive a déjà enregistré plus de 630 exposants inscrits et une surface brute réservée d'environ 45 000 mètres carrés.

Quatre mois avant le début du salon, Formnext retrouve quasiment le nombre d'exposants de l'édition 2021, dépasse la surface brute d'exposition de plus de 30 % et impressionne avec un taux de participation étrangère très élevé qui s'établit à 57 %. Parmi les exposants déjà inscrits figure l'élite mondiale de la FA, avec des entreprises telles que 3D Systems, Additive Industries, AddUp, Arburg, BigRep, Carbon, Desktop Metal, DMG Mori, Dyemansion, EOS, Evonik, Farsoon, Formlabs, GE Additive, HP, Keyence, Markforged, Materialise, Renishaw, Ricoh, Siemens, Sisma, SLM Solutions Group, Stratasy, Trumpf, Voxjet, Xerox, XJet et Zeiss. « Cette tendance positive démontre que pour de nombreuses entreprises du secteur de la fabrication additive, les rencontres personnelles sont importantes pour

faire prospérer les affaires, promouvoir les avancées ou trouver des partenaires et des investisseurs », déclare Sascha F. Wenzler, vice-président de Formnext au sein de l'organisateur Mesago Messe Frankfurt GmbH.

### LA FRANCE, PAYS PARTENAIRE : POLYVALENCE, INNOVATION ET SOLUTIONS

En Europe, la France compte parmi les grands acteurs de la FA et est déjà représentée en force depuis des années sur le salon Formnext. Cette année, plus de 30 entreprises, associations et instituts de recherche français seront représentés à Formnext et présenteront leur gamme de services à un public professionnel international. Les exposants français spécialisés dans la fabrication additive sont très diversifiés : on trouve parmi eux des grands noms de la FA bien implantés au niveau international comme AddUp, de nombreuses jeunes entreprises très innovantes comme Lynxter, Pollen AM, SAS Cosmyx et Fabulous, ainsi que des industriels de renom comme Arkema, Constellium et Granges. Avec France Additive, Cimes, CCI Nouvelle-Aquitaine et le CNRS Institut Carnot MICA, des partenaires français et d'importants groupements professionnels spécialisés dans la FA, des régions et des instituts de recherche seront également présents sur le salon Formnext.

Sur le Formnext 2022, le mercredi 16 novembre sera entièrement consacré au pays partenaire, la France, avec entre autres des conférences de Cimes et France Additive, la visite d'une délégation française et d'autres événements. Un autre avant-goût de Formnext sera donné par un événement sectoriel organisé par Cimes le 22 septembre 2022 à Grenoble, dont Formnext sera partenaire et qui sera suivi d'une réception de réseautage.

### PROGRAMME GÉNÉRAL VARIÉ

Des événements désormais traditionnels seront de retour et étoffés dans le programme général varié. Ainsi, le Start-up Challenge, qui récompense les idées innovantes de jeunes entreprises, aura lieu pour la huitième fois. Le concours d'idées « purmundus challenge » fête sa dixième édition – un jubilé qui s'accompagne d'une exposition spéciale « Best of 10 Years ».

Outre les séminaires Discover3Dprinting, les visiteurs de Formnext 2022 pourront également s'informer, dans l'espace AM4U, sur les nombreuses possibilités de carrière dans la FA.

En 2022, le programme de conférences de grande qualité organisé par TCT abordera les tendances et évolutions actuelles de la fabrication additive. La VDMA présentera une exposition spéciale avec de remarquables applications de FA issues de l'univers de la construction mécanique et fournira des aperçus supplémentaires avec des conférences sur la scène AM4U.

L'exposition spéciale BE-AM illustre les progrès accomplis dans le domaine de l'impression 3D qui a le vent en poupe dans l'industrie de la construction ; en même temps, la conférence BE-AM dévoile de nombreux contextes et les évolutions dans ce domaine. Cette année encore, le thème des « normes et standards », qui revêt une grande importance pour l'ensemble du secteur de la fabrication additive et pour les utilisateurs, fera l'objet d'un débat entre experts et décideurs du monde entier lors du Forum des standards AST, dont la réputation n'est plus à faire.

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [formnext.com](https://formnext.com)

# UN OUTIL IMPORTANT POUR LA RÉINDUSTRIALISATION

Du fabricant d'imprimantes à l'utilisateur – un aperçu du marché français de la FA

Pour la France, tout a commencé en 1984, lorsque trois pionniers français, Jean-Claude André, Olivier de Witte et Alain le Méhauté, ont inventé la stéréolithographie. À partir de ce moment-là, les centres de recherche, les laboratoires de formation, les entreprises industrielles et les utilisateurs finaux ont cru à l'impression 3D : une révolution avait commencé. 38 ans plus tard, cette idée a fait son chemin dans le monde entier et la fabrication additive a également connu un grand succès en France, tant chez les fabricants que chez les utilisateurs. Exprimé en chiffres, le marché français de la FA représente un volume d'environ 500 millions d'euros et connaît un taux de croissance à deux chiffres. Il figure ainsi dans le top 6 mondial.

Pour avoir un aperçu plus précis des acteurs français de la FA, on peut les classer dans les six catégories suivantes :

- centres de recherche nationaux œuvrant sur les bases, comme le CEA et le CNRS
- laboratoires et établissements de formation, notamment en lien avec les universités et les écoles d'ingénieurs
- centres techniques et plateformes régionales comme France Eclat, Cetim, Inori, Cimes, NAE
- fournisseurs de solutions pour l'ensemble de la chaîne de processus, incluant les logiciels, les matériaux, le matériel, l'énergie, les services
- entreprises industrielles et prestataires de

services capables de produire avec qualité et efficacité

- utilisateurs finaux, des start-ups aux grandes entreprises en passant par les PME, couvrant de nombreux secteurs

La plupart de ces acteurs opèrent ensemble au sein du pôle de la filière impression 3D France Additive, une association à but non lucratif ouverte aux acteurs basés en France ou à l'étranger et qui ont une cause commune : comment évoluer sur le marché français et créer de la valeur ajoutée sur le plan social, environnemental et économique grâce à la fabrication additive ? Nous avons même vu des solutions de FA spécifiques être utilisées pour promouvoir les ambitions françaises pour les Jeux olympiques de Paris en 2024.

## DYNAMIQUE AU SEIN DES RÉGIONS

La France compte 18 régions très actives dans les domaines de la recherche, de l'éducation et de la croissance économique. Deux d'entre elles participeront au Formnext 2022 : Auvergne-Rhône-Alpes et Nouvelle-Aquitaine. Dans les régions, un réseau de centres techniques travaille en étroite collaboration avec les utilisateurs finaux pour définir les besoins des entreprises, trouver des solutions potentielles, résoudre les difficultés et examiner les avantages avant de passer à l'industrialisation. La plupart d'entre eux seront présents au

salon Formnext sous la bannière commune « Institut Carnot ».

## 19 SECTEURS INDUSTRIELS

Le gouvernement français a défini 19 secteurs industriels stratégiques. Ils ont tous conclu un accord-cadre avec une feuille de route pour l'avenir : où ils vont, ce dont ils ont besoin, comment ils vont le réaliser et ce qu'ils vont apporter en termes de valeur ajoutée.

Cinq de ces secteurs ont officiellement identifié l'impression 3D comme étant une clé pour atteindre leurs objectifs : aéronautique et aérospatiale, mode et luxe, nucléaire, ferroviaire et marine. Pour les entreprises de fabrication additive, cela représente une occasion prometteuse de poser les bases et, à long terme, de développer de nouvelles applications dans les domaines des batteries, de l'hydrogène, de l'emballage, etc.

Dans le cadre du nouveau programme France 2030, lancé par le président Emmanuel Macron, un fonds national substantiel de 54 milliards d'euros (dont une partie sera consacrée à la FA), géré par la Banque publique d'investissement française (BPI), sera mis à disposition. France Additive a été l'un des acteurs choisis pour définir et mettre en œuvre ces ambitions de la FA.

La fabrication additive est considérée par les autorités françaises comme un « Game Changer » pour l'industrie et un outil efficace

Texte : Christophe Eschenbrenner

Photos : France Additive

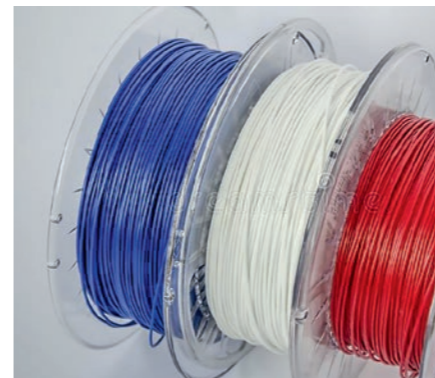


Photo de droite :  
Christophe Eschenbrenner,  
président de France Additive

pour remplir les obligations de durabilité. De plus, grâce à ses capacités de production décentralisées, la FA est considérée comme un outil de « réindustrialisation » des régions françaises.

## DES ENTREPRISES DE FA LARGEMENT DIVERSIFIÉES

Les entreprises françaises de FA sont des leaders mondiaux dans différents segments tels que les aligneurs (Prodways), les céramiques (3DCeram), le béton (XTree), les biomatériaux (Arkema), les logiciels de conception-fabrication (Dassault Systèmes) et le gaz (Air Liquide).

Des entreprises pionnières comme AddUp (PBF et DED), Volumic (FDM), Aubert & Duval (métal), Kimya (polymères) et bien d'autres connaissent une croissance rapide. On assiste en outre à la création d'un nombre croissant de nouvelles entreprises comme Lynxter (silicone), Pollen AM (granulés), Poietis (tissus humains), Cosmyx3D (FDM), Nanovia (matériaux), Vistory (sécurité), Batiprint (bâtiment), Handdle (équipement), VLM Robotics (automatisation), Cirtes (Strato) ou Cognitive Design (logiciels). De nouveaux acteurs du marché comme Viaccess Orca (sécurité) ou Vallourec (WAAM) unissent également leurs forces.

Les fournisseurs de services se développent à un rythme soutenu et fabriquent des produits en série, dont Erpro, Volum-E, 3DProd, Demgy,

Bombyx, Lisi, NES, Sculpteo, THI et d'autres. Les entreprises d'ingénierie ont elles aussi découvert la fabrication additive (c'est le cas par exemple de Caggemini, Sopra Steria, Segula). Il est également important que les acteurs de l'éducation forment de jeunes talents. Citons les d'écoles d'ingénieurs (Polytechnique, Centrale, CESI), les universités (Belfort, Lille, Lyon, Nancy, Nantes, Picardie, Saclay, Toulouse) et autres (Lycée Loritz, AFPA, AFPMA).

## LES UTILISATEURS : DE LA MULTINATIONALE AU À LA START-UP

L'économie française est connue pour ses groupes majeurs, figurant parmi les leaders mondiaux. Ils utilisent la FA et ont développé des applications prometteuses. Parmi eux, Chanel, L'Oréal (produits de luxe), Lafarge, Holcim (construction), Alstom, SNCF (chemins de fer), Naval Group (marine), Thales (défense), Renault, Stellantis, Michelin, Valeo (automobile), Airbus, Ariane, Dassault Aviation, Safran (aéronautique), EDF, Total (énergie) et bien d'autres. Des entreprises très proactives du secteur de la distribution, comme Decathlon, Salomon et SEB, utilisent également la FA avec succès.

La France est aussi une « nation de start-up ». De nombreuses nouvelles entreprises de FA voient le jour, notamment dans le domaine médical avec XFeet (orthopédie) et Lattice Medical (implants), ainsi que dans le secteur

des biens de consommation avec Syos (musique), Yuyo (surf) ou Pâtisserie Numérique (denrées alimentaires).

« La French Tech », c'est le mouvement français des start-up. Il réunit des start-up, des investisseurs, des décideurs politiques et des bâtisseurs de communautés, et poursuit l'objectif de faire de la France un lieu d'excellence pour la création et la croissance d'entreprises internationales.

« La French Fab » fédère l'écosystème industriel dans toute la France. Ces deux écosystèmes unissent leurs forces pour passer rapidement au standard Industrie 4.0. Les acteurs internationaux de la FA peuvent participer via le programme « Choose France ». Plus d'informations seront disponibles lors du salon Formnext 2022, où France Additive sera également présente avec diverses activités.



+ PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» franceadditive.tech

## PARTENAIRES

### RECHERCHE DE POINTE EN PARTENARIAT AVEC L'INDUSTRIE



Créé en 2006, le réseau Carnot a pour objectif de développer une recherche partenariale – c'est-à-dire des recherches menées par des laboratoires de recherche publics français et des centres techniques en partenariat avec des entreprises (de la PME au géant industriel). Le label Carnot est attribué aux organismes publics de recherche français qui mènent à la fois des activités de recherche en amont pour renouveler leurs compétences

scientifiques et technologiques et une politique volontariste de recherche partenariale au service des entreprises.

Dans le domaine de la fabrication additive, huit instituts Carnot constituent un réseau dont l'objectif est d'accompagner les entreprises dans leurs projets de R&D, sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de la première phase de la recherche jusqu'à l'application industrielle. Les laboratoires et les centres techniques sont en mesure d'aider les entreprises à développer de nouvelles pièces et des matériaux sur mesure, des processus individuels de fabrication additive et de post-traitement, des outils de contrôle ainsi que des tests de caractérisation et de performance de ces matériaux.

Les experts du réseau Carnot mettent leurs connaissances techniques à disposition dans le cadre de projets industriels. La combinaison des compétences permet de travailler aussi bien sur le développement d'une pince micro-

métrique de quelques microgrammes en fabrication additive polymère 4D que sur la réalisation d'un moule en acier inoxydable de plusieurs mètres de diamètre et de plusieurs centaines de kilos.

Une trentaine d'objets seront exposés sur le stand du réseau Carnot dans le pavillon français, illustrant les développements récents et le savoir-faire de la recherche française, et notamment la diversité des matériaux.



+ PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [carnot-mica.fr](http://carnot-mica.fr)

### TRANSFORMER L'INDUSTRIE AVEC LE « DE-RISKING »

La région française Nouvelle-Aquitaine encourage la transformation des entreprises industrielles dans le cadre du programme « Usine du Futur ». Étant donné que l'avenir prend forme dès aujourd'hui, il est nécessaire de donner aux acteurs de l'industrie, aux chefs d'entreprise, aux managers, aux ingénieurs et aux directeurs de production, toutes les solutions possibles pour promouvoir l'amélioration des moyens de production et accroître la compétitivité par le biais de l'innovation et des développements technologiques.

Chaque entreprise est un laboratoire de création de valeur qui dispose d'un patrimoine immatériel sous la forme de talents qu'il convient de valoriser. L'autorité régionale, en collaboration avec la chambre de commerce et d'industrie régionale, propose une approche sur mesure pour accélérer l'intégration et l'utilisation des technologies d'impression 3D par les

entreprises manufacturières : l'« Additive Manufacturing Journey » permet une utilisation plus rapide et plus ciblée de ces technologies par les PME industrielles, en leur permettant de sécuriser localement leurs propres projets sous la direction individuelle d'un expert certifié et en offrant également aux managers et aux employés la formation dont ils ont besoin pour comprendre les technologies et en cerner les avantages et l'utilité. En seulement quelques semaines, grâce à ce processus de « de-risking », l'idée prend la forme d'un projet dans l'entreprise.

L'« Additive Manufacturing Journey » vise à atteindre différents objectifs qui favorisent la compétitivité productive au niveau régional : fournir des informations actuelles sur les défis, les limites et la maturité de ces technologies en termes d'applications et d'utilisations, mettre à disposition des moyens pour la formation et le développement des compétences et établir le

lien entre les personnes et les résultats de R&D disponibles. La région investit également dans la recherche, les études et les outils de démonstration afin d'aider tous les acteurs désireux de se lancer dans la fabrication additive.



Les entreprises suivantes seront présentes sur le stand de Nouvelle-Aquitaine (12.0 – C39) : VLM Robotics, 3D Minerals, Axis, Toyal Europe, 3D Distrib, CDFI 3D, Handddle, Compositadour, Namma und 3D Iconic.

+ PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [nouvelle-aquitaine.fr](http://nouvelle-aquitaine.fr)

## PARTENAIRES

### LE RÉSEAU FABRICATION ADDITIVE MÉTALLIQUE DE LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Initiative 3D est un réseau de compétences et de ressources dédié à la fabrication additive métallique dans la région française Auvergne-Rhône-Alpes. Soutenu par la Région, Initiative 3D fédère les ressources de plus de 120 employés en provenance de centres techniques et de plateformes technologiques (CETIM, CEA, IPC, CTIF, Manutech, ID Pro, AFPMA) ainsi que d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche (Mines de Saint-Étienne, École Centrale de Lyon – ENISE, Grenoble INP, INSA Lyon, Sigma Clermont, ECAM Lyon) sous l'égide du pôle de compétitivité CIMES.

Initiative 3D réalise des travaux de recherche et de développement et investit dans de nouveaux équipements. Le réseau dispose de plateformes technologiques qui couvrent toute la chaîne de valeur de la fabrication additive métallique. Initiative 3D propose aux fabricants une gamme de procédés de fabrication additive (fusion de poudres, fusion de fils, technologies non-fusibles), qui sont secondés

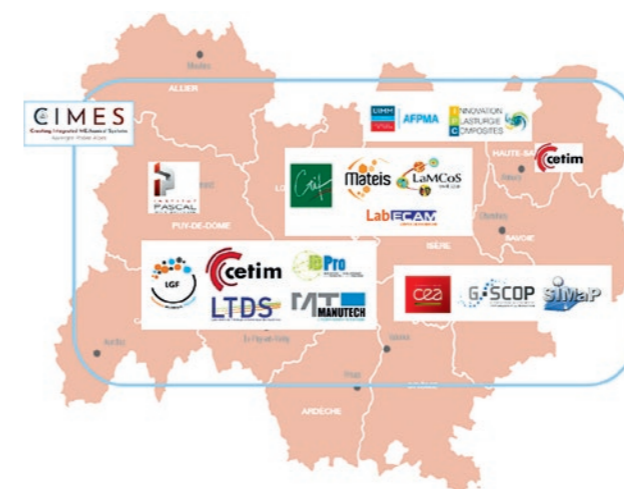
par des plateformes de conception, l'aptitude à la fabrication de poudres ou des fils selon des spécifications de conception, des techniques de valorisation et des ressources pour la métallurgie et la caractérisation des propriétés.

En outre, Initiative 3D propose des cours de formation continue, soit sur catalogue, soit individuellement pour les entreprises. Pour terminer, Initiative 3D s'engage également dans le développement de cours de formation en fabrication additive, tant au niveau technique qu'au niveau ingénierie. Initiative 3D élabore une stratégie scientifique sur des domaines prioritaires (par exemple, l'optimisation des processus, la conception des alliages et des moules), définis en concertation avec des groupes industriels (aéronautique, santé, énergie, outils, produits de luxe, machines de fabrication additive). Les centres techniques constituent à cet égard une interface importante entre les besoins exprimés par l'industrie et les activités de recherche menées dans

les laboratoires universitaires. Enfin, le pôle CIMES joue également un rôle de catalyseur pour le lancement de projets de recherche associant l'industrie, les laboratoires académiques et les centres techniques.

En 2021, Initiative 3D s'est associé à deux autres structures régionales (AFH pour l'Île-de-France et AddimAlliance pour les régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine), le CETIM et le GIS HEAD du CNRS, afin de créer une coordination nationale pour la fabrication additive des métaux. L'objectif est d'assurer tout au long de la « chaîne TRL » (niveau de maturité technologique), entre les utilisateurs, les laboratoires et les ateliers de production, un transfert continu de connaissances et d'outils, sans négliger l'aspect de la normalisation. L'objectif est de créer un réseau solide qui fournira à la fois de la recherche et des plateformes offrant des équipements et des compétences, et qui aidera ainsi à diffuser la fabrication additive auprès des PME et des grands groupes.

+ PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [initiative3d.com](http://initiative3d.com)  
» [cimes-hub.com](http://cimes-hub.com)



# UNE ENVERGURE INTERNATIONALE AVEC LE SOUTIEN DE GROUPES



Frank Moreau, CEO (à g.) et Mathieu Roche, Marketing & Technology Manager chez AddUp

En 2016, les groupes industriels français Michelin et Fives ont lancé AddUp, une entreprise de FA. Le fabricant d'imprimantes 3D métal est devenu l'une des principales entreprises françaises de fabrication additive suite à une croissance organique et à quelques rachats et souhaite à présent conquérir de nouvelles parts de marché à l'international.

Le noir est la couleur dominante à Clermont-Ferrand, au cœur géographique de la France. Le centre de cette ville d'environ 400 000 habitants est dominé par la cathédrale en pierre volcanique noire. Et à seulement un kilomètre de là, des millions de pneus noirs sont élaborés et testés chaque année dans les ateliers du groupe Michelin. Ce n'est pas un hasard si c'est à quelques kilomètres au nord de Clermont-Ferrand, à Cébazat, que l'entreprise de FA AddUp a son siège social, car le géant industriel Michelin est l'un des deux

pères fondateurs de ce fabricant d'imprimantes industrielles 3D métal qui a le vent en poupe.

Fondée en 2016, AddUp compte désormais plus de 300 salariés dans le monde et quatre sites principaux en Europe et aux États-Unis, ainsi que d'autres filiales, ce qui fait d'elle l'une des plus grandes entreprises de FA en France. La jeune entreprise entend néanmoins poursuivre son développement ambitieux au cours des prochaines années et bénéficie pour cela du soutien important de ses détenteurs, Michelin et Fives, un groupe industriel français tradi-

Texte : Thomas Masuch

Photos : Thomas Masuch (L.), AddUp (2)

tionnel. « Nos détenteurs tablent sur une croissance significative et ont investi considérablement dans notre entreprise pour y parvenir », déclare Frank Moreau, CEO d'AddUp.

La croissance dont AddUp a fait preuve ces dernières années repose d'une part sur un développement organique et de l'autre sur les acquisitions de diverses entreprises. Le prestataire de services français Poly-Shape, qui compte une cinquantaine de salariés et un site de production à Salon-de-Provence, a ainsi été racheté en 2018. Grâce à l'acquisition de l'entreprise d'usinage conventionnel Serm-Meca en 2018, AddUp a pu ajouter à son portefeuille des solutions industrielles de post-traitement. Et le rachat de Beam, un fabricant de machines DED (Direct Energy Deposition) de Strasbourg, a été motivé par des raisons stratégiques, afin de renforcer le positionnement de cette nouvelle technologie sur le marché.

## TESTS, EXPÉDITION ET MACHINES DE PRODUCTION

Le siège social d'AddUp est implanté dans une zone industrielle de Cébazat, sur un site Michelin bien sécurisé. Il abrite non seulement l'administration et le marketing, mais aussi différents départements, dont la recherche et le développement. Les installations d'impression 3D sont livrées et contrôlées électroniquement dans l'atelier de production, qui a été conçu de bout en bout pour répondre aux besoins de la production de machines de fabrication additive. Quelques salles plus loin, des tests sont réalisés avec de la poudre avant que les machines ne soient préparées pour l'expédition. Les composants du matériel sont assemblés dans une usine d'AddUp à Saint-Céré, près de Toulouse.

Derrière de lourdes portes qui ne s'ouvrent qu'à quelques personnes autorisées, AddUp exploite également sa propre flotte de machines et produit des composants métalliques additifs pour le compte de clients. 35 machines de production fonctionnent sur le site de Cébazat, 10 autres sur les sites de Salon-de-Provence et aux États-Unis. Dans une autre zone du hangar de production se trouvent également les capacités de post-traitement, incluant des scies pour séparer les ouvrages du support ou encore des fours pour le traitement thermique.

« Avec notre vaste parc de machines, nous sommes non seulement l'un des plus grands prestataires de services au monde, mais aussi l'un des rares fabricants de systèmes de FA métal à opérer officiellement sur le marché en tant que prestataire de services. », déclare

Mathieu Roche, Marketing & Technology Manager chez AddUp

## LA PRODUCTION DE COMPOSANTS, UN PILIER IMPORTANT EN TERMES DE CHIFFRE D'AFFAIRES

La production de composants sur ses propres machines profite à l'entreprise à trois égards : d'une part, cela crée de la confiance dans sa propre technologie et à plus ou moins long terme, cela stimule les ventes. « En effet, les clients n'achètent pas de machines si on ne peut pas leur fournir de pièces », explique Moreau. Les activités de prestataire de services sont en outre devenues un pilier important du chiffre d'affaires de l'entreprise et ont représenté ces dernières années environ la moitié du CA total d'AddUp. Pour 2022, Moreau continue de tableter sur des chiffres très stables pour la production de pièces réalisées en FA et sur un volume d'environ 10 millions d'euros. Parallèlement, les ventes de machines ont encore progressé et devraient contribuer pour deux tiers au chiffre d'affaires total attendu d'environ 30 millions. « Pour nous, un autre avantage important découle du fait qu'en tant qu'entreprise, nous comprenons encore mieux la technologie et les applications et que nous acquérons plus d'expérience, ce qui nous permet au final de développer de nouvelles générations de machines », explique Moreau lors de l'entretien avec le magazine Formnext. Dans le cadre de ses activités de prestataire de services, AddUp utilise presque exclusivement le procédé



Powder-Bed-Fusion (PBF), et donc la FormUp 350, qui est actuellement le seul modèle PBF d'AddUp. « La proportion est ici de 99 pour cent », déclare Mathieu Roche. « Par contre, la technologie DED ne joue pas actuellement un rôle très important pour nous en tant que fournisseur de services. » Cela peut s'expliquer en partie par le fait que cette technologie encore très récente est souvent utilisée pour la réparation de composants. Par ailleurs, les entreprises sont plus susceptibles d'acheter les machines DED et de les intégrer dans leur production pour développer des processus. Pour les ventes de machines, AddUp peut en revanche largement profiter de la technologie DED. Selon l'entreprise, les deux types de technologie se situent à peu près au même niveau.

## PLUSIEURS MILLIONS DE COMPOSANTS POUR LES MOULES DE VULCANISATION

Environ 45 machines de production sont exploitées dans les propres ateliers de l'entreprise et AddUp en a vendu 60 autres dans le monde entier. L'un des principaux clients a été, ces dernières années, le groupe Michelin, qui s'intéresse déjà à la fabrication additive depuis le début des années 2000 et qui fabrique sur les installations FA des composants pour les moules de vulcanisation des pneus. Avec plusieurs millions de composants FA produits, le géant du pneu est probablement l'un des plus gros utilisateurs de fabrication additive au monde. L'un des derniers développements en matière de pneus a également été réalisé en »

utilisant l'impression 3D : « Les actuels pneus Premier (USA) et CrossClimate (UE) ont pu être améliorés de manière significative grâce à des inserts de moule additifs », explique Mathieu Roche. « Ils sont conçus de sorte que lorsqu'un profil est usé, un nouveau se forme pratiquement en dessous. »

Un autre client éminent est l'avionneur Dassault Aviation, qui utilise déjà deux machines FormUp 350 et qui est en train de mettre en place une ligne de production automatisée pour l'AddUp d'ici 2024. « Comme Dassault veut simultanément réagir de manière très flexible aux demandes et a besoin de plus en plus de composants additifs, l'entreprise nous achète également davantage de composants que nous produisons ensuite à Cébazat », se réjouit Mathieu Roche.

#### DÉVELOPPEMENT DE LOGICIELS ET DE MATÉRIEL POUR LA POURSUITE DE LA CROISSANCE

Avec ses machines PBF, AddUp se concentre essentiellement sur la production en série et a optimisé l'ensemble du système FormUp 350 dans cette optique. Cela inclut un système de recyclage des poudres, intégré par défaut dans chaque installation. AddUp veut en outre conquérir des parts de marché supplémentaires grâce à un logiciel fort, développé par plusieurs

douzaines d'ingénieurs en informatique. Ce logiciel permet entre autres de crypter les valeurs de processus surveillées durant la construction. Cela ne se limite pas aux macro-capteurs, qui mesurent par exemple les pourcentages d'oxygène, de température et d'humidité, mais inclut également les couples de rotation pour de nombreux composants, les cycles, la consommation de gaz et bien plus encore, pour plus de 80 variables au total. AddUp propose une surveillance du « melt pool » capable de générer en temps réel un jumeau numérique des pièces produites. Au moyen de plusieurs capteurs qui collectent des données à haute fréquence, ce système peut, selon AddUp, détecter les écarts de performance et les fluctuations inattendues de la fusion. « Cette surveillance est essentielle pour de nombreux utilisateurs de FA, y compris dans l'aéronautique et la médecine, où les contrôles non destructifs (CND) représentent jusqu'à 50 % des coûts », explique Mathieu Roche. Une solution de recoating a également été développée, dans laquelle chaque couche est photographiée et les anomalies de la poudre sont réparées si nécessaire. AddUp a également encore beaucoup de travail de développement à faire dans le secteur DED : les versions des machines Modulo sont continuellement améliorées. De plus, d'après Moreau, une machine DED de plus grande taille devrait bientôt

être lancée sur le marché. Avec ces mesures, le CEO, qui dirigeait il y a deux ans le secteur aérospace chez Michelin avant de prendre ses fonctions chez AddUp, vise « le leadership du marché d'ici 2030 ».

Dans le cadre de sa stratégie de croissance sur le marché très concurrentiel de la PBF, AddUp vise avant tout l'Europe centrale et les États-Unis et veut marquer des points en tant qu'« entreprise très ouverte et transparente », comme le précise Moreau, son CEO. Selon lui, cela concerne autant la plateforme ouverte des machines que la zone des matériaux en libre accès. « En même temps, pour réussir dans d'autres pays, nous adaptons bien sûr aussi notre stratégie. » Alors qu'en France, les clients d'AddUp sont de grands groupes industriels comme Michelin, Airbus, Dassault et Safran, en Allemagne par exemple, l'entreprise veut se concentrer davantage sur les PME et a notamment conclu un partenariat avec le Fraunhofer ILT d'Aix-la-Chapelle.

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [addupsolutions.com](http://addupsolutions.com)



**Powder Bed Fusion**  
Plus d'informations sur le procédé dans l'AM-Field-Guide sous :  
» [formnext.com/amfieldguide](http://formnext.com/amfieldguide)



**Direct Energy Deposition**  
Plus d'informations sur le procédé dans l'AM-Field-Guide sous :  
» [formnext.com/amfieldguide](http://formnext.com/amfieldguide)



AddUp n'est pas seulement un fabricant, mais aussi l'un des plus grands prestataires de services au monde, avec 45 machines de production.

## DES MICRO-OUTILS FLOTTANTS

Avant leur mise en œuvre, les aubes de turbine les composants de moteurs de turbines à gaz, les inserts de moules d'injection ou les articulations de genou imprimés en 3D font souvent un premier voyage à Saint-Priest, dans la région lyonnaise. Là, Binc Industries veille à ce que les surfaces soient aussi lisses que le souhaitent les clients.

Texte : Thomas Masuch

Le groupe Binc Industries s'est spécialisé dans le post-traitement et le traitement de surface. La filiale française Binc Industries France SAS emploie une vingtaine de personnes sur le site de Saint-Priest. Le Micro Machining Process (MMP), développé en interne, est le fer de lance de l'entreprise : pour ce faire, il est fait appel à des « micro-outils » reliés à un catalyseur et flottant dans un liquide. La pièce est solidement fixée dans la machine, le réservoir contient la solution et les micro-outils. Des mouvements à haute énergie sur trois axes permettent alors aux catalyseurs de balayer la surface et de n'éliminer que les pics de rugosité à une fréquence donnée. « En règle générale, les pièces réalisées en impression 3D ont une rugosité de surface de 15 à 30 microns. Ce procédé permet de réaliser des qualités de surface de 0,8 micron, voire moins, assimilables à un miroir », explique Christophe Jacobs, Commercial Director Europe Europe chez Binc Industries. De plus, l'émulsion parvient pratiquement dans tous les recoins de la pièce, y compris certains canaux internes.

#### INGÉNIERIE DE SURFACE POUR UNE PERFORMANCE ACCRUE

Selon Jacobs, ce procédé sophistiqué, que Binc Industries ne propose qu'en tant que service (l'entreprise ne vend pas de machines), est plus qu'un simple traitement de surface : il s'agit d'une « ingénierie de surface qui nous permet d'améliorer les performances des pièces ». Cette ingénierie de surface implique

« lorsque nos clients nous envoient la pièce pour une évaluation technique, nous analysons d'abord le profil de rugosité global, nous étudions les plages de fréquences présentes sur la pièce et nous développons sur cette base le MMP adapté, soit entre autres la composition des micro-outils, le programme du mouvement ou la fixation de la pièce. » Binc Industries dispose en tout de quelque 650 formules.

Le procédé MMP est déjà une technologie vieille de 20 ans, développée à l'origine en Suisse pour réaliser des surfaces de haute qualité pour les montres et les bijoux, remplaçant ainsi le polissage manuel. L'entreprise suisse Binc Industries SA a été fondée il y a 20 ans. Elle compte aujourd'hui environ 125 employés et possède entre-temps des succursales ou des filiales en France, en Allemagne, aux États-Unis, en Inde, en Chine et au Japon. Le site de Saint-Priest a d'ailleurs été choisi parce qu'il est assez proche de la Suisse, le pays d'origine de cette technologie, comme l'explique Jacobs, mais aussi parce qu'il se trouve dans la deuxième région économique de France. Il y a 17 ans, la technologie MMP a été découverte par la communauté de la fabrication additive grâce au projet européen RC2 : « Les fabricants d'équipements de FA nous ont contactés à l'époque parce qu'ils voulaient « améliorer » les surfaces des pièces imprimées en 3D, afin de montrer ce qu'il était possible de faire avec la fabrication additive et qu'il existait une chaîne de services pour cela », explique Jacobs.

#### LIBÉRÉE DU COCON DU PROTOTYPAGE

Pour l'entreprise, qui a été l'une des premières à exposer à Formnext, l'industrie de la fabrication additive est devenue entre-temps un secteur d'activité important. Environ 15 pour cent du chiffre d'affaires est désormais réalisé avec des pièces imprimées en 3D, explique Jacobs. « Et ce secteur connaît de loin la plus forte croissance, avec 100 pour cent entre 2021 et 2022. La FA est en plein essor. » La raison en est que la fabrication additive sort de plus en plus du cocon du prototypage et est utilisée dans un nombre croissant d'applications industrielles.

Les applications qui sont soumises à Saint-Priest à une ingénierie de surface vont des articulations du genou et de la hanche dans les matériaux les plus divers (acier inoxydable, céramique, zirconium, etc.) aux pièces pour l'aéronautique et l'aérospatiale, les turbines à gaz énergétiques, les outils d'estampage et de forgeage à froid, les composants haute performance pour les engrenages ou l'industrie pharmaceutique.

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [mmptechnology.com](http://mmptechnology.com)

# QUAND LOKI ET THOR IMPRIMENT DES PROTOTYPES



La jeune entreprise Fabulous était à l'origine un bureau de design, mais elle a progressivement évolué pour devenir un spécialiste des poudres plastiques. Elle n'a rien perdu de sa créativité.

Le Tech-Center de Fabulous, situé dans une zone industrielle austère de Vaulx-en-Velin, aux portes de Lyon, « est mon terrain de jeu », dit Olivier Coulet. Ses jouets sont des poudres en matière synthétique blanches et bleues. Dans l'atelier d'environ 250 mètres carrés, l'ingénieur s'affaire sur son PC pour trouver de nouvelles formules de matériaux, et c'est ici qu'il produit des pièces d'essai ou des prototypes avec ses propres poudres sur deux machines Prodways SLS ProMaker P1000. Et comme la désignation officielle des machines ne correspond pas vraiment à cet univers matériel créatif, les installations s'appellent en interne Loki et Thor, en référence aux personnages des films Marvel.

Le « Tech-Center » de l'entreprise, qui emploie quatre personnes, est à la fois salle d'exposition, bureau et site de production, et dispose également d'installations de dépoussiérage et de sablage. Des œuvres d'art imprimées en 3D et éclairées de l'intérieur sont accrochées aux murs, et à côté des machines SLS, on trouve un mannequin de deux mètres de haut avec des protections corporelles imprimées en 3D, conçue pour le parc Disney à Paris.

Texte & Photos : Thomas Masuch



Olivier Coulet est un développeur enthousiaste. La conversation avec lui ne tarit pas. Il parle de ses projets avec passion et, de temps en temps, sort un prototype d'un tiroir et raconte une histoire à son sujet. Il ne révèle toutefois que rarement les noms des clients et des partenaires de développement, car beaucoup de choses sont confidentielles.

Olivier Coulet et son frère Arnault avaient à l'origine fondé Fabulous en 2014 comme bureau de design pour les composants FA. « À l'époque, certains avant-gardistes de la FA promettaient qu'à l'avenir, on pourrait tout imprimer en 3D », explique Olivier Coulet. Mais cela s'est avéré contre-productif pour le secteur, car on a trop promis et trop peu tenu par la suite. « En revanche, nous sommes entrés en scène pour développer des designs concrets et fournir un Proof of Concept. »

## PERCEVOIR LA RÉALITÉ DU MARCHÉ

Olivier Coulet dirigeait alors encore Exceltec, une entreprise qu'il avait fondée en 2004 et qui vendait ses propres matières plastiques PA11 et PA12. En 2015, il a vendu Exceltec au géant français de la FA Prodways et s'est consacré dès 2019 à 100 % à sa nouvelle entreprise Fabulous. Depuis, Fabulous s'est progressivement transformée en spécialiste des poudres plastiques, tout en gardant à l'esprit l'idée fondatrice de l'entreprise. « Même si le secteur des matériaux est devenu le principal générateur de chiffre d'affaires de Fabulous, nous continuerons à proposer notre savoir-faire en matière de conception FA, car c'est là que nous voyons et percevons la réalité du marché. »

Cette réalité se traduit pour Fabulous par l'apport de son savoir-faire technique en collaboration avec d'autres bureaux de services ou par la création, sur la base d'un croquis dessiné à la main, d'un fichier pour l'impression 3D destiné à un grand groupe de produits de luxe.

Le secteur des poudres de Fabulous s'est développé avec succès ces dernières années, « mais nous restons un petit acteur avec un volume annuel inférieur à 25 tonnes », explique Olivier Coulet. L'ingénieur, qui a également travaillé neuf ans pour EOS en tant que technicien d'application au début de sa carrière, a pu développer en très peu de temps un portefeuille de matériaux qui comprend aujourd'hui onze matières plastiques, à savoir différents PA 11, PA 12 et un TPU. Les poudres sont produites selon la méthode du Dry Blending (mélange à sec). Il est alors ajouté au mélange d'une poudre de plastique des agrégats, des plastifiants ou d'autres additifs qui, selon Coulet, « sont compatibles avec les systèmes de tous les principaux fabricants ».

Coulet est particulièrement fier du PA 11 Bluecare, un plastique alimentaire breveté pour lequel Fabulous a obtenu en 18 mois les certifications FDA CFR 21 et EU 10/2011 pour le contact alimentaire et dont le développement a été initié par un célèbre fabricant de pâtes. Le matériau PA 11 Detect, lui aussi breveté, en est une évolution qui ouvre la voie à des applications supplémentaires grâce à ses propriétés magnétiques. Les deux matériaux sont intentionnellement de couleur bleue, car cette couleur n'est pas considérée comme naturelle dans les aliments et est donc facilement identifiable.

## DE L'APPLICATION AU MATÉRIAU

La plupart des développements de matériaux de Fabulous sont basés sur les demandes et les exigences des clients. « Notre objectif est de nous consacrer aux applications concrètes pour lesquelles il n'existe pas de matériau adapté à 100 % », explique Coulet. « Il existe certes sur le marché une grande variété de matériaux, regroupés sous la désignation 'PA 11', mais c'est précisément la raison pour laquelle le marché perd tout bonnement confiance dans cette désignation de matériau. Il existe en effet de considérables différences dans ce domaine. »

Olivier et Arnault Coulet ont investi un montant à six chiffres dans le développement des nouveaux plastiques, « et nous travaillons maintenant pour qu'ils nous permettent de trouver plus de clients et de rentabiliser notre investissement », explique Olivier Coulet. Les nombreux contacts dans le secteur qu'Olivier Coulet a eu l'occasion de nouer au cours de sa carrière ont également joué un rôle dans ce développement. Rien d'étonnant donc à ce que les ventes de Fabulous en Allemagne soient même supérieures à celles de la France, notamment dans l'industrie alimentaire, où des pinces, des buses et de nombreux composants d'installations destinés aux lignes de production sont imprimés en 3D à partir du plastique bleu.

L'entreprise se développe visiblement si bien que Fabulous cherche désormais un partenaire aux États-Unis. Par ailleurs, Olivier Coulet envisage de développer des matériaux céramiques et a déjà conclu pour cela un partenariat avec une importante entreprise française, nous confie-t-il. De nouveaux investisseurs, déjà présents depuis 2021, devraient donner une impulsion supplémentaire à la croissance. L'entreprise prévoit de présenter plus de détails et de développements ainsi que d'autres nouveautés sur le salon Formnext.

Le parc de machines du Tech-Center va lui aussi continuer à s'agrandir. À la fin de l'été 2022, les deux Prodways devraient se voir rejoindre par deux autres installations : une imprimante Gravity du fabricant suédois Wematter et le nouveau modèle Fuse 1 Nitrogen de Formlabs. Olivier Coulet et son équipe trouveront sans aucun doute des noms créatifs pour ces machines aussi.



# IMPRESSION SILICONE ET PLAGES DE SURF



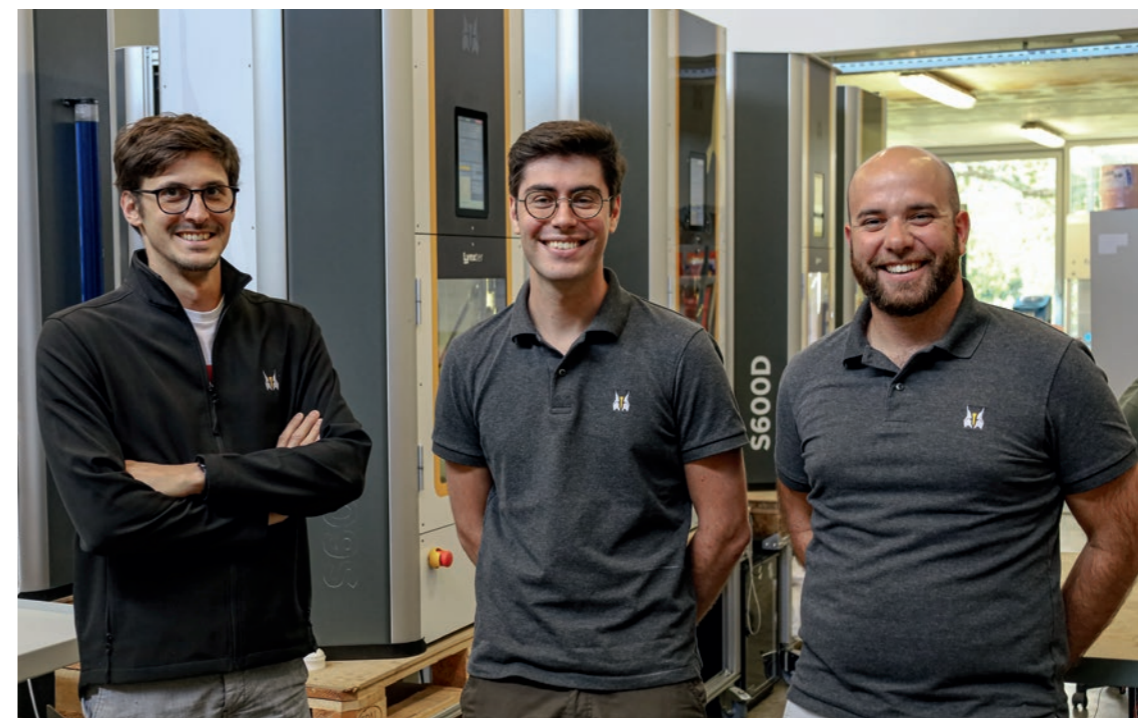
Dans l'extrême sud-ouest de la France, Lynxter est un fabricant d'imprimantes 3D très dynamique, qui est sur le point de passer à la vitesse supérieure.

À quelque cinq kilomètres seulement de la ville mondaine de Biarritz, là où l'océan Atlantique se brise sur les rochers de la ville, où les touristes marchent sur les traces d'Ernest Hemingway et où les surfeurs bronzés barbotent dans l'eau en attendant la bonne vague, Thomas Batigne se tient devant le portail de l'usine Lynxter et désigne, le bras tendu, un terrain en friche de l'autre côté de la route. Ici, l'entrepreneur âgé de 27 ans a encore de nombreux projets : « Nous avons déjà posé une option sur le terrain de 3 500 mètres carrés, où nous voulons construire un nouveau siège social pouvant accueillir jusqu'à 100 employés. »

Dans la partie française du Pays basque, une région connue dans toute l'Europe pour ses vastes plages, ses énormes vagues et ses maisons à colombages peintes en rouge et blanc, Batigne, CEO et fondateur de Lynxter, a créé avec ses amis et cofondateurs Julien Duhalde et Karim Sinno une entreprise qui compte désormais 30 employés et qui poursuit sa croissance rapide. Au cœur du développement se trouve l'imprimante modulaire S600D, dont la force, selon Batigne, réside principalement dans sa flexibilité et qui permet par exemple d'imprimer du silicone à grande échelle et en qualité industrielle. « Dans ce segment de

Texte : Thomas Masuch

Photos : Lynxter (4), Thomas Masuch (4)



L'équipe fondatrice et dirigeante de Lynxter : Julien Duhalde, Thomas Batigne et Karim Sinno (de g. à dr.)

matériaux, nous sommes l'entreprise qui a vendu le plus de machines au monde. »

Dans l'atelier qui se trouve derrière Batigne, une douzaine d'imprimantes S600D-3D opèrent sur deux rangées. À l'intérieur de chaque imprimante, une buse fixée à trois colonnes dépose des silicones, des céramiques ou d'autres matières plastiques sur la table d'impression et façonne différents échantillons. Ces derniers permettront de convaincre les clients potentiels des performances de l'imprimante. Parallèlement, Lynxter teste également de nouvelles idées et applications. « Nous vendons avant tout des imprimantes, mais il nous faut aussi fournir aux clients des idées

pour de nouvelles applications si nous voulons que le marché continue de croître. », explique Batigne.

L'entreprise se développe à tel point que les locaux actuels, situés dans une zone industrielle moderne à la périphérie de Bayonne, sont devenus trop exigus et que l'entreprise s'apprête à franchir un nouveau cap, encore plus ambitieux.

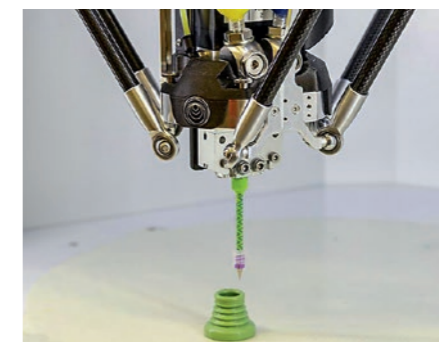
## LA PREMIÈRE IMPRIMANTE A ÉTÉ LIVRÉE À AIRBUS

Il y a environ sept ans, on était loin de se douter de tels développements ambitieux : Batigne, Duhalde et Sinno se sont connus à

Tarbes, à l'ENIT (École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes). Batigne s'était déjà mis à son compte et avait développé des imprimantes 3D, mais ensuite « nous avons eu ensemble l'idée de créer une entreprise, car à l'époque il n'y avait pas d'imprimantes 3D industrielles accessibles ». Le hasard a voulu qu'un concours de création d'entreprise ait lieu à l'époque dans la région, auquel tous les trois ont participé « juste pour s'amuser », ont remporté le premier prix et ont été remarqués par Airbus à cette occasion. « L'entreprise nous a contactés et nous a dit que si nous pouvions livrer l'imprimante, qui n'existait alors que sous forme de maquette, dans les six mois, Airbus l'achèterait. » Les trois amis ont dès lors travaillé jour et nuit sur leur imprimante et l'ont livrée dans les délais. C'était en septembre 2016.

Après ce démarrage excitant, l'évolution de l'entreprise a d'abord été assez peu spectaculaire pour une start-up – surtout parce que les trois fondateurs ont d'abord refusé l'entrée d'investisseurs. « Nous ne voulions pas être mangés par un acteur majeur et préférons tout faire nous-mêmes – nous écrivions les programmes, assemblions les imprimantes, les installions chez les clients et répondions aux appels lorsqu'un client avait des questions. »

Lynxter voit également un fort potentiel dans le domaine des applications médicales à base de silicone



Parallèlement, ils ont continué à développer l'imprimante et, en 2018, ils ont présenté leur solution pour l'impression de silicone, leur Liquid Dispensing Technology.

### DES INVESTISSEURS ONT CONTRIBUÉ À LA POURSUITE DE LA CROISSANCE

Entre-temps, les trois amis se sont rendu compte qu'il était préférable de faire appel à des bailleurs de fonds externes pour poursuivre la croissance. En 2019, 1,5 million d'euros a ainsi été injecté dans l'entreprise. « Cela nous a permis de recruter du personnel supplémentaire, de travailler avec des distributeurs, de poursuivre notre croissance en France et de nous doter d'une structure plus professionnelle. » Entre-temps, la S600D est par exemple distribuée par la boutique en ligne IGo3D, et les premiers projets pilotes ont déjà été lancés aux États-Unis avec des partenaires de distribution.

Pour poursuivre sa croissance internationale, Lynxter, dont le nom s'inspire des gardiens des temples égyptiens, les sphinx, pré-pare actuellement une nouvelle série d'investissements. Cela devrait permettre de reproduire la croissance enregistrée sur le marché français dans

d'autres marchés. Lors d'un entretien personnel en juillet 2022, Batigne n'a pas voulu donner de détails à ce sujet, si ce n'est que « ce sera probablement l'une des plus grandes levées de fonds de l'industrie de la fabrication additive française ».

Si Lynxter a un tel succès en matière de financement, c'est aussi parce que Batigne est à l'affût et entretient des contacts dans ce milieu à l'échelle mondiale. « En effet, en France, les possibilités de financement sont beaucoup moins développées qu'en Allemagne ou au Royaume-Uni, sans parler des États-Unis. C'est pourquoi nous sommes en pourparlers avec des investisseurs britanniques et américains pour d'autres tours de table. Ils sont nettement plus enclins à prendre des risques et sont également prêts à investir des sommes plus importantes. »

### « CONSERVER UN CLIMAT HUMAIN AU SEIN DE L'ENTREPRISE »

La croissance s'est accompagnée de nouveaux défis : « Dans notre secteur, il y a très peu de personnes expérimentées, nous avons donc dû former nos employés de A à Z et leur

transmettre tout ce que nous savons », explique Batigne. Dans le même temps, Batigne, qui était à l'origine un développeur de logiciels et de processus et un prestataire de services, est devenu un gestionnaire à part entière. « Notre structure a évolué : nous avons des spécialistes et des responsables des ventes et des finances. Nous souhaitons néanmoins conserver notre climat humain au sein de l'entreprise, ce qui est probablement l'un des plus grands défis à venir », ajoute Batigne, qui se rend de temps en temps à l'atelier en été, lorsque la plupart des employés sont en vacances. Là, le jeune homme de 27 ans se remet à peaufiner lui-même la technique et le logiciel, comme au bon vieux temps.

L'entreprise ne veut pas annoncer officiellement combien d'imprimantes elle a déjà commercialisées, « mais nous sommes très bien représentés en France », déclare Batigne. De grands groupes comme Airbus, Schneider ElektriK, Sanofi ou Total ont fait l'acquisition d'une Lynxter S600D, le seul modèle de l'entreprise à ce jour, qui a été actualisée à plusieurs reprises, et utilisent également l'imprimante en production. Selon Batigne, de nombreux instituts de recherche (dont le CNRS et l'ESILV) ou des fournisseurs de services français de renom comme Erpro Group ou Third utilisent également la S600D.

### LARGE ÉVENTAIL DE MATÉRIAUX

Le secret du succès de la S600D est, selon Lynxter, sa polyvalence et le large éventail de matériaux qu'elle peut traiter : entre autres, les silicones, les polyuréthanes, différentes pâtes (métaux et céramiques) et les filaments thermoplastiques. Lynxter propose une série de matériaux spécialement certifiés, mais tous les autres peuvent être traités par l'imprimante. Parallèlement, l'entreprise propose un kit de développement qui permet de personnaliser les modules, les matériaux et les logiciels.

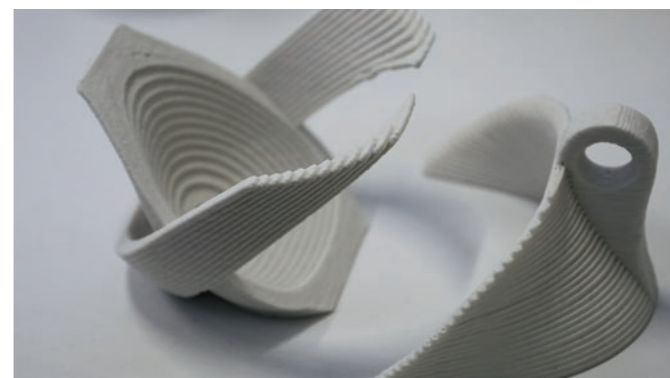
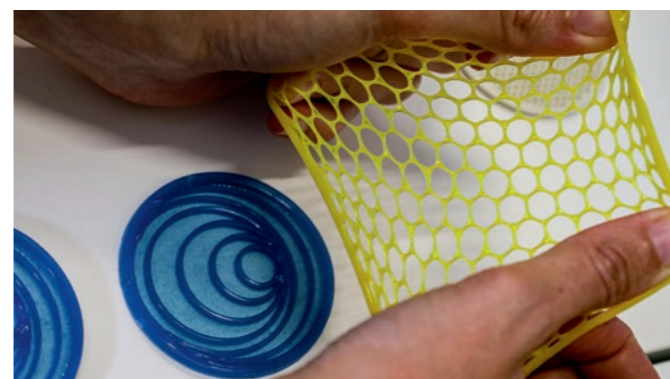
Grâce à la grande variété de matériaux imprimables, l'entreprise dispose d'un marché potentiel énorme, dans lequel Lynxter s'est concentrée sur certains points, notamment l'outillage et le prototypage, les applications médicales (Lynxter propose un silicone certifié ISO 10993-5 pour le contact avec la peau) ainsi que la recherche et le développement. Ce dernier domaine revêt une importance particulière pour Batigne, car « c'est dans les instituts de recherche que le potentiel des imprimantes, souvent plus important que prévu, est révélé ».

### UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE À LA CROISSANCE DANS LE SECTEUR DE LA FABRICATION ADDITIVE

Avec la stratégie adoptée jusqu'à présent, Lynxter a pu « constamment enregistrer une croissance à trois chiffres – 106 pour cent en moyenne au cours des six dernières années », explique fièrement Batigne, « et ce, bien que l'industrie française ait enregistré une tendance à la régression au cours des dernières années. En France, les conditions dans le secteur de la fabrication additive ne sont donc pas mauvaises. » En outre, il y a beaucoup d'innovation grâce aux nombreuses possibilités de formation et aux instituts de recherche, et la campagne « Choose France », qui s'adresse aux investisseurs étrangers, devrait continuer à renforcer l'économie nationale. « Je pars donc du principe que les prochaines années seront elles aussi très positives pour nous. »

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le terrain en friche réservé par Lynxter dans la zone industrielle de Bayonne pour constater à quel point le secteur de la fabrication additive se développe également dans l'extrême sud-ouest de la France. À droite, l'Institute of Technology ESTIA a construit deux immenses halles pour les plateformes de recherche Addimadour et Compositadour. « Le hasard a fait surgir ici une sorte de pôle de la fabrication additive, ce qui nous aide beaucoup », explique Batigne. « Nous pouvons aborder des projets ensemble, il est également plus facile d'obtenir un soutien financier pour des projets de développement communs. De plus, nous parlons la même langue. »

Et même lors de la recherche de personnel supplémentaire pour la poursuite de la croissance, Lynxter peut convaincre non seulement par une histoire d'entreprise passionnante et l'attrait de participer à quelque chose de spécial. « Nous avons effectivement quelques collègues qui viennent du nord de la France ou d'autres régions parce que nous pouvons offrir ici un très bon équilibre entre vie professionnelle et vie privée ainsi qu'un environnement très attrayant », explique Thomas Batigne. « La plupart des membres de notre équipe sont amateurs de surf, un sport que nous pratiquons souvent ensemble et parfois, nous faisons aussi des randonnées en montagne. »



Diversité et innovation sous un même toit (de haut en bas) : collaborateurs à l'atelier, Thomas Batigne dans le laboratoire d'essai. Applications du silicone et de la céramique

# IMPRESSION POLYVALENTE À PARTIR DE GRANULÉS

Dans la banlieue parisienne, Pollen AM développe et produit des imprimantes 3D à granulés et se concentre résolument sur la poursuite de sa croissance



À Ivry-sur-Seine, en périphérie de Paris, entre une école, un immeuble d'habitation et un atelier industriel, Pollen AM est installée dans un bâtiment qui abritait autrefois une entreprise de design. Aujourd'hui encore, les locaux du fabricant français d'imprimantes 3D sont empreints d'une atmosphère artistique et créative. Sur sept étages comprenant chacun une salle, les 13 salariés concoctent de nouvelles solutions techniques, s'occupent de la commercialisation ou font dans le showroom la démonstration des différentes applica-

tions possibles de la solution d'impression 3D francilienne. L'impression 3D à granulés est au cœur de ces activités variées. « Les granulés sont les matériaux les plus utilisés dans l'industrie – du stylo à bille au smartphone, tout est en principe issu de granulés », explique Didier Fonta, qui s'occupe du marketing et des ventes en qualité de General Manager de Pollen AM. « Même les filaments utilisés dans l'impression 3D étaient à l'origine des granulés. » Lorsque Pollen AM a été fondée à Paris en 2013, c'était avec l'idée d'utiliser des matériaux

industriels classiques pour l'impression 3D. Aujourd'hui, Pollen AM propose trois séries d'imprimantes 3D qui permettent de traiter par voie additive les matériaux les plus divers, des matières plastiques aux métaux en passant par les céramiques. « Le principal avantage est que l'on peut utiliser des matériaux déjà certifiés qui, en général, sont aussi nettement moins chers que les matériaux d'impression 3D spéciaux », explique Fonta. Dans le secteur des plastiques, cela offre également un avantage matériel : « Nous faisons l'économie d'un processus de chauffage tout en obtenant une qualité équivalente à celle du moulage par injection. »

## ATTACHÉ À LA CAPITALE

Deux rues plus loin, des gens discutent dans des bistrot typiquement parisiens, la rue fourmille ici aussi de ce mélange d'agitation, de style et de diversité propre à la capitale française. Cependant, la proximité de la métropole de la Seine se reflète également dans les loyers ou dans la taille assez restreinte des locaux. Malgré tout, Fonta ne quitterait Paris pour rien au monde : « Nous sommes parisiens et nous ne voulons pas aller ailleurs. » Pourquoi ? « Difficile à dire, je suis né ici et j'ai mes repères ici ; le reste de la France, c'est bien pour les vacances », explique-t-il en souriant.

Texte & Photos : Thomas Masuch



Didier Fonta dans le showroom de Pollen AM

Lors de la création de l'entreprise, Pollen AM s'est installée dans des locaux situés place de la République, au cœur de Paris. Par la suite, le déménagement à Ivry a été motivé par le fait que les loyers y étaient abordables, du moins à l'échelle parisienne. En face du siège social de sept étages aux recoins multiples, Pollen AM a loué, dans une sorte d'« usine partagée », deux autres locaux dans lesquels les imprimantes 3D sont assemblées et calibrées, et qui servent également d'entrepôt. À côté, un ancien employé s'est mis à son compte en tant que prestataire de services d'impression 3D et fournit à Pollen AM, entre autres, des composants qui sont montés dans les imprimantes à granulés.

Le portefeuille de Pollen AM comprend respectivement une série d'imprimantes pour granulés plastiques, céramiques et métalliques. C'est à dessein que l'entreprise ne propose pas de matériel pour le post-traitement (comme des fours ou des unités de séparation), « car chaque matériau nécessite une solution spécifique, qui varie même parfois d'un fabricant à l'autre », explique Fonta. La plupart du temps, les clients disposent déjà de la technologie nécessaire, car de nombreux partenaires viennent du secteur du moulage par injection de métal et ont déjà de nombreuses années d'expérience dans ce domaine. « Sinon, nous travaillons aussi avec des partenaires qui sont en mesure de fournir

les solutions adéquates. » La situation est similaire en ce qui concerne le matériau : les clients s'approvisionnent auprès de leurs sources habituelles. « Nous opérons uniquement en tant que fabricant de machines et n'envisageons même pas de vendre des matériaux », explique Fonta. « C'est la même chose que pour les fournisseurs de machines CNC ou de machines de moulage par injection. Nous nous occupons essentiellement de l'étalonnage des machines, si bien que nous pouvons donner à nos clients les bonnes recommandations pour une production optimale. »

## LA POURSUITE DE LA CROISSANCE EST UN OBJECTIF ESSENTIEL

Selon Fonta, les imprimantes de Pollen AM sont par exemple utilisées pour le prototypage ou dans le domaine de la rechange. La technologie parisienne est également utilisée dans l'outillage. Les clients sont aussi bien des groupes que des petites et moyennes entreprises. Et lorsqu'un client a besoin d'un nombre de pièces si limité que l'achat d'une imprimante n'est pas rentable, Pollen AM produit aussi de temps en temps en tant que prestataire de services. Mais selon Fonta, il ne s'agit là que d'un tout petit volet de l'activité de la société : « Nous voulons principalement vendre des machines. »

La demande accrue en technologie d'impression 3D de Pollen AM se répercute également sur la croissance de l'entreprise. Le nombre d'employés a doublé au cours des deux dernières années et quatre autres personnes devraient être embauchées d'ici la fin de l'année 2022. Cela s'explique aussi par le fait que, pendant la période Covid, Pollen AM s'est concentré sur le développement de services numériques. « Nous avons également acquis des clients importants dans le domaine de l'aérospatiale et nous avons obtenu deux importants projets subventionnés de la région Île-de-France », explique Fonta.

Selon Fonta, si l'impression 3D a actuellement de si bonnes perspectives en France, c'est aussi grâce à un changement d'attitude dans la politique et l'industrie. « Il y a quelques années, la tendance était encore de passer au statut 'fables', c'est-à-dire de se passer de fabrication et de production. À présent, on s'est rendu compte que ce n'était pas la bonne décision et on essaie de recréer une industrie. »

Pour l'avenir également, l'entreprise envisage clairement la poursuite de sa croissance : « Nous investissons environ 20 pour cent de notre chiffre d'affaires dans le développement technique et la poursuite de notre croissance », déclare Fonta. « Nos investisseurs et détenteurs attachent une grande importance à une réussite commerciale » pour se positionner encore mieux pour l'avenir.

Au cours des dernières années, Pollen AM a connu une croissance essentiellement organique et opère pour ainsi dire comme une entreprise familiale indépendante. Peu après la création de l'entreprise, quelques particuliers avaient investi dans l'entreprise, dont des membres de la famille des fondateurs ou des personnalités expérimentées dans le domaine industriel, « qui nous aident beaucoup à prendre les bonnes décisions pour le développement ultérieur de l'entreprise », explique Fonta. « Le fait qu'aucun fonds classique ou grand groupe ne soit entré dans notre capital nous a permis de rester très indépendants en tant qu'entreprise. »

Pour la suite de ses plans de croissance, Fonta table surtout sur le secteur de la céramique. En janvier 2020, l'entreprise a lancé sa série PAM MC dédiée à ce matériau. Une filiale sera également ouverte d'ici fin 2022, principalement pour le secteur de la céramique, à Mons, en Belgique, à proximité d'un partenaire important.

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» pollen.am

# BÉTON, PHILOSOPHIE ET L'ÉLÉPHANT DE NAPOLÉON

La jeune entreprise Constructions-3D, basée dans le nord de la France, fabrique des imprimantes 3D béton et fait de son siège social, en partie réalisé par fabrication additive, un centre de créativité et d'idées durables.

**J**e suis accueilli par Nikola Tesla, Albert Einstein et Marie Curie. Ils trônent tous trois, sous forme de bustes en plastique imprimés en 3D, sur les bornes de recharge pour véhicules électriques du parking de Constructions-3D à Valenciennes, dans le nord de la France. Les stations de recharge sont également imprimées en 3D, tout comme le portail d'entrée du bâtiment abritant la produc-

tion et les bureaux. Le voyage dans le monde de l'impression 3D se poursuit également lors de l'entrée dans le bâtiment : à gauche du comptoir d'accueil imprimé en béton, je peux admirer la cité de Minas Tirith du « Seigneur des anneaux », tandis qu'à côté s'alignent des dieux grecs, des bustes indiens et un palais de la jungle, le tout imprimé en 3D, bien évidemment.



Photos : Constructions-3D (2), Thomas Masuch (6)

Texte : Thomas Masuch



L'équipe fondatrice de Constructions-3D à côté de la MaxiPrinter : Didier Malbranque, Antoine Urquizar, Antoine Motte et Axel Théry (de g. à dr.)

Les murs extérieurs du siège social de Constructions-3D, hauts d'une dizaine de mètres, arborent le nom de « Citadelle des Savoir-Faire ». À l'intérieur, Antoine Motte et Axel Théry se tiennent à côté d'une imprimante 3D béton d'environ 2 x 2 mètres, qui effectue une impression de test d'environ 1 mètre de haut : pilotée avec précision, la buse suit les contours et dépose à chaque fois un nouveau boudin de pâte de béton visqueuse. Au bout d'une quinzaine de minutes, l'œuvre, sur le devant de laquelle figure le nom de l'entreprise « Constructions-3D », est achevée et deux collègues sortent délicatement la palette contenant la construction encore instable. « De tels tests sont extrêmement importants pour nous, car ils nous permettent d'améliorer notre propre développement et de démontrer en même temps la stabilité des objets imprimés en 3D », explique Théry, co-fondateur et Engineering Manager chez Constructions-3D. Le jeune ingénieur contrôle les paramètres d'impression et le processus de construction depuis son ordinateur portable et doit se dépêcher. « Le ciment dans les tuyaux de l'installation sèche très vite, nous devons passer tout de suite à la prochaine impression de test. »

## DE LA GRUE À L'IMPRIMANTE 3D

Quelques mètres plus loin, une araignée en acier d'environ 5 mètres de haut et pesant plusieurs tonnes occupe tout l'espace de l'atelier : la MaxiPrinter est le produit phare de

Constructions-3D, une imprimante 3D béton flexible avec laquelle l'entreprise française entend dynamiser l'industrie du bâtiment.

La technologie repose sur une grue à entraînement par chaîne. « Mais comme elle est pneumatique, elle est en fait assez approximative », explique Théry. « Notre tâche au cours des dernières années a été de rendre ce système pneumatique précis. C'est un défi de taille, car en fait, ce type de technologie est conçu pour être solide et robuste et pour résister aux intempéries sur le chantier. » Outre les modifications techniques, Constructions-3D a également développé son propre logiciel de commande. La réaction du fabricant japonais de grues a bien montré l'ampleur du défi que représentait la transformation d'un tel engin à la motricité grossière capable de soulever des poids en une imprimante 3D de précision : « Au début, les Japonais nous ont pris pour des fous », se souvient Antoine Motte, fondateur et directeur de Constructions-3D, « mais maintenant ils nous apprécient, car nous leur avons acheté entre-temps toute une série de grues ».

Depuis, Antoine Motte et son équipe ont mis au point la MaxiPrinter et en ont déjà livré plusieurs exemplaires. Sur un marché récent mais déjà concurrentiel, Motte cite comme avantages de la MaxiPrinter la rapidité de montage, qui ne prend pas plus de deux heures, et la construction compacte. « Une fois assemblée, elle passe par une porte à battants et peut également imprimer à l'intérieur des bâti- »



L'impression 3D en béton ne se limite pas à la construction immobilière – des segments destinés à l'architecture d'intérieur sont également possibles (à gauche). Une stabilité supplémentaire est assurée par une armature en acier de construction (à droite).

ments. » L'entreprise propose également des imprimantes à béton plus petites : la Mini-Printer Pro, qui convient par exemple pour les meubles ou les pièces en béton de taille moyenne, et la MiniPrinter EDU, qui est surtout utilisée dans les écoles professionnelles.

#### DE LA REVENTE À LA FABRICATION ADDITIVE DE MAISONS

Le développement ambitieux et très ciblé de l'entreprise a également été, au début, le fruit du hasard : Antoine Motte avait déjà fondé en 2013 en Belgique l'entreprise Machines-3D, un revendeur d'imprimantes 3D de bureau. Après son déménagement à Valenciennes, l'entreprise s'est rapidement développée et au bout de trois ans, elle comptait une dizaine de salariés. À ce jour, l'entreprise, qui est aujourd'hui également installée dans la Citadelle des Savoir-Faire, a maintenu cette taille constante. Pour un salon, l'équipe a construit à des fins de démonstration une imprimante 3D pour le béton, sur laquelle de nombreuses pièces imprimées en 3D ont été réalisées. « Nous voulions ainsi démontrer non pas tant notre engagement dans l'industrie du bâtiment que tout ce que l'on peut faire avec nos imprimantes 3D. » La petite imprimante 3D, dont le modèle se trouve encore aujourd'hui non loin du poste de montage de l'énorme MaxiPrinter, a été

contre toute attente le prélude à l'entrée dans un tout nouveau secteur d'activité : de premiers contacts ont été noués par l'industrie du bâtiment, le modèle initial a été développé et la fondation officielle de Constructions-3D a eu lieu en 2017. Motte détient la majorité de l'entreprise, l'équipe fondatrice y est également associée avec Axel Théry, l'ingénieur civil Antoine Urquizar et Didier Malbranque, Senior Sales Manager. Dans l'intervalle, Constructions-3D emploie 15 personnes et prévoit d'en employer 20 d'ici la fin de l'année 2022.

#### FLEURS, LÉGUMES ET TABLES ISSUES DE L'IMPRIMANTE 3D

En 2019, le premier bâtiment imprimé en 3D de l'entreprise a vu le jour : « The Pavillon » se trouve aujourd'hui à quelques mètres seulement de l'atelier de production et est accessible par un petit chemin délimité par des bordures incurvées imprimées en 3D. Pour s'y rendre, on passe devant un jardin étroit où les employés cultivent chacun une petite parcelle de fleurs, de fruits ou de légumes. Pour se détendre, il y a un petit coin avec des tables et des bancs, qui – comme pourrait-il en être autrement – ont été réalisés par impression 3D béton.

Le pavillon rond, composé d'un mur imprimé en 3D et d'un toit en bois, était encore il y a trois ans un projet empreint d'une certaine

incertitude : « Il n'existait pas encore de béton optimisé pour l'impression 3D », explique Antoine Motte, « mais qui ne prend pas de risques ne peut pas arriver premier ». Lors de la construction des bâtiments imprimés en 3D suivants, comme le hall d'entrée de la Citadelle, l'équipe de Constructions-3D avait déjà perfectionné son savoir-faire en matière de fabrication : trois couches verticales sont imprimées pour les murs, formant deux segments creux. Ces derniers sont respectivement remplis de béton et de lin, combinant ainsi stabilité et isolation, le lin étant utilisé dans la région des Hauts-de-France « depuis le Moyen-Âge et ne subissant pas l'attaque des rongeurs et des insectes », ajoute Motte. Une stabilité supplémentaire peut même être obtenue par renforcement du segment en béton par de l'acier de construction.

#### AUCUN PROBLÈME POUR L'OBTENTION D'UN PERMIS DE CONSTRUIRE

Pour Antoine Motte, l'impression béton 3D était un retour aux sources, car avant de fonder Construction-3D, cet ingénieur civil de formation de 38 ans avait déjà travaillé huit ans dans l'industrie du bâtiment. Ce père de trois enfants a également su faire jouer ses solides connaissances en matière de relations avec les administrations, si bien que les permis de construire

Des inventeurs pour souhaiter la bienvenue : bornes de recharge imprimées en 3D avec Nikola Tesla, Marie Curie et Albert Einstein. Vue par-dessus la balustrade de la « Citadelle des Savoir-Faire » : bordures imprimées en 3D avec, en arrière-plan, « The Pavillon » (photo ci-dessous)



pour ses bâtiments imprimés en 3D ont pu être délivrés sans trop de problèmes. « La ville vérifie surtout des aspects tels que l'épaisseur des murs, la protection contre l'incendie et le nombre de places de parking », explique Motte. « En fait, en France, il n'est pas nécessaire de spécifier la technologie utilisée pour la construction. »

Toutefois, la planification sans problème de bâtiments imprimés en 3D ne s'applique actuellement en France qu'aux ouvrages autofinancés. Selon Motte, la situation est différente dans le cas de projets financés par des emprunts : « Dans ce cas, les banques exigeront probablement la preuve que la technologie utilisée est suffisamment mature et fiable ». Afin d'éliminer cette difficulté pour le futur développement de la fabrication additive dans l'industrie du bâtiment, Constructions-3D réalise en permanence des impressions de test et les soumet à des essais de résistance en laboratoire.

Pour ces tests, Antoine Urquizar a spécialement mis au point une machine de test (Constructimeter) qui examine continuellement la résistance d'une « galette de béton » fraîchement imprimée, toutes les quelques minutes. Cela permet ensuite de faire des prévisions non seulement en matière de stabilité, mais aussi de vitesse d'impression optimale. Constructions-3D a également commercialisé cette machine d'analyse de la qualité et la vend, par exemple, à des fabricants de béton qui l'utilisent pour tester leurs matériaux. « Pour nous, l'objectif n'est pas de faire du profit, mais d'élargir le marché. Car pour que notre entreprise prospère et atteigne les objectifs que nous nous sommes fixés, il est essentiel que le marché soit en expansion », explique Antoine Motte.

#### UN AVENIR EN MARGE DE L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT CLASSIQUE

Outre les défis techniques, Antoine Motte estime qu'il y a encore beaucoup à faire, notamment dans l'industrie du bâtiment et sur le terrain des applications potentielles. L'industrie classique du BTP a une approche très traditionnelle et il est extrêmement difficile de la convaincre d'adopter de nouvelles technologies. « Le marché n'est pas encore très développé. Le développement est actuellement déterminé par des visionnaires un peu fous, les mêmes qui ont acheté une Tesla il y a cinq ans », dit Motte en souriant. « À l'avenir, la plupart de nos clients viendront donc probablement d'autres secteurs industriels, plus ouverts à l'innovation, ce qui bousculera le monde du bâtiment. » C'est par exemple le cas du groupe OVH, le plus grand »

fournisseur de cloud d'Europe, qui a commandé une MaxiPrinter pour construire lui-même un nouveau centre de données.

Les futurs utilisateurs pourront également glaner d'autres idées à la Citadelle des Savoir-Faire. Tout autour de l'actuel site abritant la production et les bureaux, Constructions-3D a acheté un terrain de 2 500 mètres carrés, où seront réalisés au cours des prochaines années des bâtiments imprimés en 3D destinés aux bureaux, à la production et au développement. La prochaine étape sera la construction d'un immeuble de bureaux de 11 mètres de haut, dont les fondations étaient déjà visibles en juin 2022. Selon Constructions-3D, ce devrait être le plus haut bâtiment imprimé en 3D au monde. Constructions-3D finance elle-même cette croissance ambitieuse. Mais au final, c'est le succès des produits qui permet à l'entreprise de poursuivre son développement : « La vente des petites machines nous permet de financer le développement des grandes, et la vente des grandes nous permet de financer le développement de la Citadelle », explique Motte. En général, le défi n'est toutefois pas de disposer d'argent, « mais de trouver les bonnes personnes ».

Et la région des Hauts-de-France, plutôt paisible, est une bonne adresse pour les talents. « Nous avons ici de bonnes universités et de bonnes possibilités de transport, notamment via l'Escaut, par lequel nous pouvons expédier nos machines et nos matériaux. » De plus, la France dispose de très bons instituts de recherche et d'une industrie du ciment solide, offrant ainsi les meilleures conditions de croissance.

Vision d'avenir additive de la « Citadelle des Savoir-Faire ». Le portail d'entrée du parking et « le pavillon » situé au centre ont déjà été imprimés en 3D. La prochaine étape sera la construction d'un immeuble de bureaux de onze mètres de haut en contrebas de l'atelier de production.

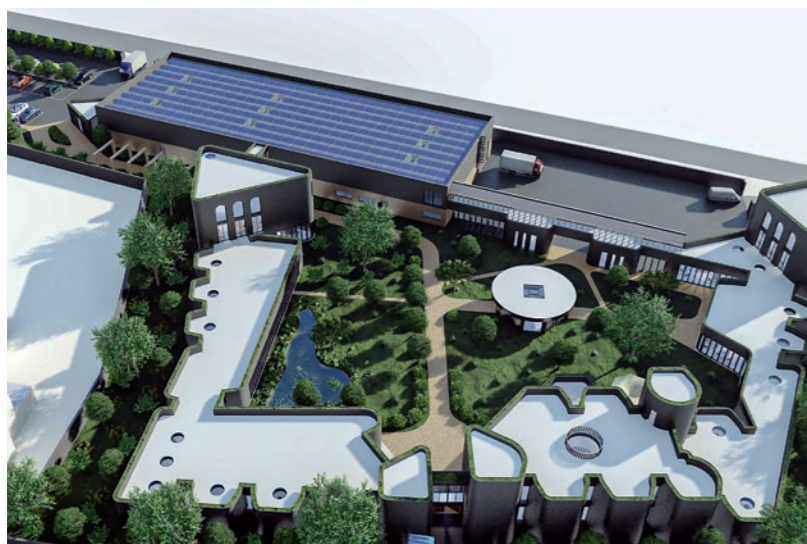
## AU-DELÀ DE LA TECHNIQUE ET DU BUSINESS

Raconter l'histoire de Constructions-3D du seul point de vue technique et commercial, ce serait omettre une grande partie de l'histoire. Car cette histoire est également faite d'idées, de références historiques et de philosophies. Cela ne veut en aucun cas dire que l'entreprise est un atelier de création où règne le désordre. Bien au contraire : les ateliers et les bureaux comptent parmi les plus propres et les mieux rangés que j'ai visités.

« Notre objectif à long terme est de proposer aux populations du monde entier une solution pour construire des maisons à bas prix grâce à l'impression 3D », explique Antoine Motte. Alors que ce discours est souvent utilisé dans l'industrie comme approche commerciale, chez Motte, sa signification est plus profonde : sa femme, avec laquelle il est marié depuis plus de 20 ans, est originaire des Philippines. Il s'est souvent rendu dans ce pays d'Asie du Sud-Est et y a vu beaucoup de détresse et de pauvreté. « Là-bas, je veux un jour offrir un toit aux sans-abri. La fabrication de ce type de maisons par impression 3D n'a toutefois de sens que si l'on peut également utiliser des matériaux locaux. » Pour marquer une étape en direction de l'impression 3D durable, Constructions-3D a développé cette année une formule de matériau contenant de l'argile (Thermix 3D), dans laquelle sont principalement mélangés des produits disponibles localement, tels que de l'argile, de la paille et des résidus de fonderie, qui seraient autrement éliminés comme déchets.

Motte ne s'arrête pas au développement durable, mais déborde d'autres idées. Parmi elles, la résurrection de l'éléphant de la Bastille, un monument que Napoléon voulait ériger sur la place de la Bastille à Paris il y a près de 200 ans. Par la suite, seul un modèle en plâtre d'une dizaine de mètres de haut a été réalisé. Il a été immortalisé dans « Les Misérables » de Victor Hugo, où il sert de refuge à Gavroche, l'enfant des rues. Tel une métaphore de l'objectif de l'entreprise Constructions-3D, l'éléphant de la Bastille devrait naître sous forme imprimée en 3D dans la Citadelle des Savoir-Faire.

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [constructions-3d.com](https://constructions-3d.com)



# L'ALUMINIUM EST NOTRE ADN

Texte : Thomas Masuch



Le groupe Constellium, un des leaders de l'aluminium, a créé une équipe dédiée à la fabrication additive au cœur de son Technology Center à Voreppe, près de Grenoble, qui développe et commercialise des matériaux en aluminium spécifiques pour la fabrication additive.

Lorsque l'on se promène dans les ateliers de Constellium à Voreppe, différentes machines forment une ligne de plus de 100 mètres de long. La production y est toutefois plutôt limitée. L'armada d'installations de coulée, de laminage, de fours de traitement thermique, de bassins pour le traitement de surface, d'installations de soudage, de machines de contrôle mécanique, de spectromètres et de microscopes est principalement destinée au développement de produits et de procédés pour le groupe aluminier, qui exploite ici, au pied des Alpes françaises, son Constellium Technology Center (C-TEC) international. La jeune équipe de fabrication additive de Constellium profite également de ces capacités de test

pratiquement illimitées. Si le groupe coté à la bourse de New York, dont les effectifs approchent les 12 000 personnes, dispose d'une équipe dédiée à la fabrication additive, c'est à la demande d'un consortium de l'industrie aéronautique. « Ces entreprises aérospatiales ont contacté Constellium en 2015 parce que les poudres d'aluminium utilisées à l'époque dans la fabrication additive ne répondaient pas à leurs besoins », se souvient le Dr Alireza Arbab, qui dirige les activités FA chez Constellium, et enchaîne aussitôt avec une explication : « Les alliages d'aluminium disponibles à l'époque, et beaucoup de ceux disponibles aujourd'hui pour la fabrication additive, datent souvent d'une époque conventionnelle et sont optimisés pour »

Photos : Constellium (1), Thomas Masuch (3)

d'autres procédés de fabrication, mais pas forcément pour la fabrication additive. » Au total, huit personnes composent l'équipe de base de Constellium AM, qui peut également faire appel aux experts et aux ressources du Technology Center. En tout, une vingtaine de collaborateurs sont ainsi directement impliqués dans le développement et la vente des nouvelles poudres destinées à la fabrication additive. L'équipe AM se concentre dans ce contexte sur le développement d'alliages d'aluminium spécialisés pour la fabrication additive, car « l'aluminium est notre ADN », comme le précise Arbab. L'entreprise apporte également son soutien à ses clients en mettant à leur disposition des décennies d'expérience métallurgique et en les aidant à mettre au point des traitements thermiques spéciaux et des procédés de protection de surface tels que l'anodisation.

Ce n'est pas un hasard si les activités FA du groupe international d'aluminium sont implantées à Voreppe, à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Grenoble : « Ici, notre équipe, organisée comme une start-up interne, a accès à toute l'infrastructure technique d'une entreprise mondiale, y compris des équipements de mesure et d'analyse des matériaux à la pointe de la technologie », explique Syam Unnikrishnan, Business Development Manager Additive Manufacturing. « Le C-TEC, avec plus de 240 collègues qui se concentrent sur l'aluminium, nous offre toutes les possibilités, agis-

sant en quelque sorte comme un incubateur d'innovations dans le domaine des matériaux. »

#### OBJECTIF DE DÉVELOPPEMENT : POLYVALENCE ET FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE

Selon Alireza Arbab, des alliages d'aluminium qui ne sont pas optimisés pour l'impression 3D peuvent engendrer un certain nombre d'inconvénients : « Lorsque l'on utilise des alliages conventionnels conçus pour des procédés de fabrication traditionnels, certains composants s'évaporent, et cela peut modifier les propriétés de la pièce. Simultanément, la formation de fumée peut perturber le laser. Qui plus est, le post-traitement des alliages standard nécessite généralement un traitement par trempe, qui peut déformer les géométries complexes que nous imprimons. » La composition de certains alliages est également source d'autres restrictions : l'ajout de matériaux rares comme le scandium rend les alliages très coûteux. « C'est pourquoi nos clients nous ont demandé de développer un matériau facile à travailler, adapté à de nombreuses applications et offrant une solution durable pour la production à plus grande échelle », poursuit Arbab.

Aujourd'hui encore, le consortium aérospace d'origine continue d'opérer dans le cadre d'une grande coopération où Constellium est l'unique fabricant de matériaux. Des coopérations ont également été initiées dans d'autres secteurs industriels. « Pour nous, il s'agit de

déterminer avec les entreprises quelles propriétés des matériaux répondent aux besoins existants, de les concrétiser et de les valider pour l'industrie », ajoute le Dr Alexandre Vassa, Sales Engineer Additive Manufacturing. « Car au final, nous voulons permettre à nos clients de faire évoluer leur production FA. »

#### UNE VITESSE D'IMPRESSION ACCRUE ET DES SURFACES PLUS LISSES

Constellium a lancé en 2020 ses premières poudres pour la fabrication additive : les poudres Ahead CP1 et Ahead HT1. Dès lors, n'importe quelle entreprise pouvait en principe acquérir les nouveaux alliages d'aluminium – mais les partenaires de développement avaient l'avantage de déjà posséder une grande expérience des nouveaux matériaux. C'est un avantage crucial, notamment pour la production de pièces destinées à l'utilisateur final dans des industries où la sécurité est primordiale, comme l'aéronautique, car « l'utilisation de nouveaux matériaux a généralement une longue courbe d'apprentissage », explique Arbab.

Constellium déclare avoir très largement réalisé ses objectifs de développement avec Ahead CP1 : le nouvel alliage présente une dureté élevée sans qu'il soit nécessaire de le soumettre à un refroidissement brusque dans un bain d'eau. Sans éléments volatils comme le magnésium, il permet des vitesses d'impression plus élevées et garantit des surfaces plus



Le Constellium Technology Center (en bas au centre de la photo) est implanté au pied des Alpes françaises.



L'équipe AM de Constellium : Dr Alireza Arbab, Dr Bechir Chehab, Dr Alexandre Vassa et Syam Unnikrishnan (de gauche à droite). Le matériau Ahead CP1 est déjà utilisé dans différentes applications



lisses, comme le rapporte l'équipe de Constellium. « Le bain de fusion créé par le laser dans l'imprimante 3D est en outre relativement stable, de sorte qu'aucun composant du matériau ne s'échappe et qu'il n'y a pas non plus de formation de fumée », explique Dr Bechir Chehab, Technical Project Leader Additive Manufacturing.

#### « UN ENGAGEMENT MAJEUR DE LA PART DES CLIENTS »

Si, d'un point de vue purement visuel, les poudres métalliques destinées à la fabrication additive ne semblent pas particulièrement spec-

taclaires, leur développement et leur lancement sur le marché constituent un défi de taille : le processus de développement passe par plusieurs étapes. « Au début, on est encore assez flexible, mais par la suite, apporter de nouvelles améliorations devient de plus en plus difficile et coûteux », explique Syam Unnikrishnan. « Par conséquent, plus on avance dans le développement, plus les étapes de la finalisation se réduisent. Chez Constellium, à partir de l'étape 4 du processus d'innovation, tous les paramètres sont arrêtés et on se concentre uniquement sur les tests et la qualification du matériel. » Dans le même temps, même pour les utiliza-

#### Constellium

L'entreprise, dont le siège social se trouve à Paris, emploie environ 12 000 personnes dans le monde et possède 27 sites de production en Europe, en Amérique du Nord et en Chine. L'offre inclut des produits extrudés et laminés, des éléments structuraux pour l'industrie automobile ainsi que le recyclage. Le Technology Center de l'entreprise (C-TEC) à Voreppe, en France, et un centre américain à Plymouth, dans le Michigan, ainsi qu'un University Technology Center à l'université Brunel de Londres, sont les points de départ de nombreux alliages et solutions d'aluminium à la pointe de l'innovation.

teurs, et notamment les grands groupes, le choix d'un matériau va au-delà du simple achat de poudre. « Une fois adoptés, les matériaux sont généralement utilisés pendant de nombreuses années. C'est un engagement majeur de la part des clients », explique Unnikrishnan. « Et c'est précisément pour cette raison que nous nous devons de fournir des poudres de classe mondiale. Car il en va aussi de la réputation d'une entreprise cotée en bourse. »

#### DE PLUS EN PLUS D'APPLICATIONS ET DES VENTES EN FORTE HAUSSE

Constellium avait en 2021 présenté l'Ahead CP1 au salon Formnext 2021. Depuis, les propriétés du matériau ont convaincu de nombreux utilisateurs : le CP1 est désormais utilisé dans différentes industries, par exemple pour des pièces d'automobiles de luxe ou des échangeurs de chaleur. « De plus, de nombreuses autres applications sont sur le point de voir le jour », se réjouit Alireza Arbab. C'est précisément cette utilisation polyvalente qui fait la fierté de l'ingénieur, « car un bon matériau pour la fabrication additive se distingue avant tout par son succès sur de nombreux marchés et dans de nombreuses applications ».

Le nombre croissant d'applications se répercute également sur les ventes de matériaux, au sujet desquelles l'entreprise ne communique pas de chiffres officiels, mais dont les ordres de grandeur ont déjà nettement évolué : « Au début, les ventes se chiffraient en kilogrammes ; cette année, nous livrerons plusieurs tonnes », déclare Arbab. Globalement, les ventes de poudres AM de Constellium augmentent ainsi d'environ 300 à 400 pour cent par an.

# DU FÛT À LA PIÈCE FERROVIAIRE

Texte & Photos : Thomas Masuch

VLM Robotics s'est spécialisée dans la fabrication additive robotisée et a également développé dans ce but des cellules de fabrication industrielle personnalisables. L'entreprise familiale française, implantée près de Bordeaux, se concentre ainsi avant tout sur la fabrication de composants de dimensions aussi grandes que possible, en faible quantité, ou de pièces uniques.

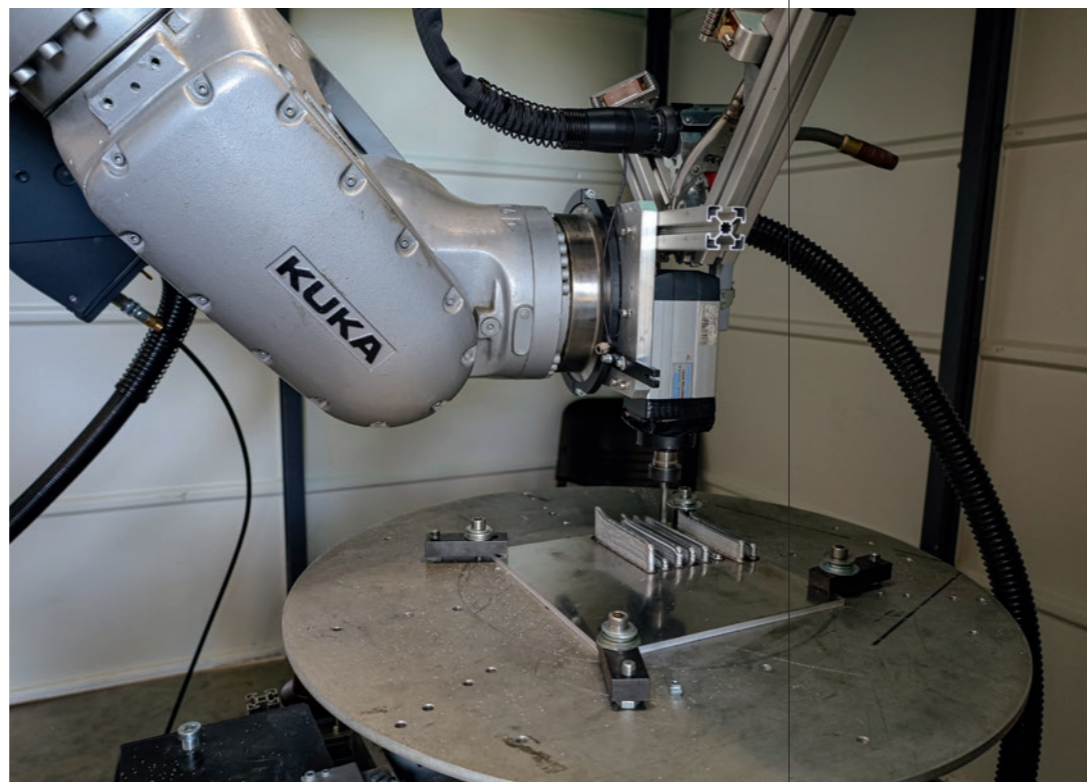


Photo de gauche : Philippe Verlet, fondateur et CEO de VLM Robotics, et Béatrice Rivalier, responsable de la recherche et du développement ainsi que du développement du marché  
Photo de droite : Intégration du post-traitement

Qu'une entreprise du monde de l'impression 3D soit également impliquée dans le domaine de la production vinicole est certainement possible au premier chef dans le pays des sommeliers – et la proximité de Bordeaux, la métropole du vin, joue ici un rôle primordial. Le siège de l'entreprise technologique familiale VLM Robotics se trouve dans une zone industrielle du Barp, à une trentaine de kilomètres de Bordeaux et à mi-chemin d'Arcachon, sur la côte atlantique.

Lors du salon Formnext 2021, l'entreprise employant 25 personnes avait déjà présenté le prototype d'un moule imprimé en 3D d'environ 2 mètres de haut pour un fût à vin. Celui-ci a été créé en coopération avec Siemens, l'institut de recherche strasbourgeois Irepa Laser et le fabricant bordelais de cuves à vin Wine & Tools. Ce moule et les modèles qui pourraient lui succéder devraient permettre de fabriquer des fûts à vin d'un type nouveau, qui permettraient également un vieillissement qualitatif du vin sans avoir recours à des barriques (voir article en page 33).

Le principe de base des cellules de production de VLM Robotics est la technologie DED (Direct Energy Deposition) : de préférence, un fil (mais il est également possible d'utiliser une poudre) est déposé au moyen d'un robot et une pièce est formée à partir de ce fil. « Notre objectif est ici d'imprimer en 3D les pièces les plus grandes possibles, jusqu'à plusieurs mètres, en très petit nombre et dans le respect des normes industrielles », explique Philippe Verlet, fondateur et CEO de VLM Robotics. « Il s'agit moins de productivité que d'agilité et de création de valeur ajoutée. »

## « PRÉCURSEUR DE L'INDUSTRIALISATION DE L'IMPRESSION 3D »

« Dans le développement de cellules de FA, ce sont surtout le logiciel et la commande qui jouent, en marge de l'ingénierie, un rôle important », explique Béatrice Rivalier, responsable de la recherche et du développement ainsi que du développement du marché chez VLM Robotics. C'est pourquoi VLM Robotics travaille en étroite collaboration avec Siemens et se trouve même être le seul partenaire « Robotic Machine Tools Systems Solutions » en France. « Nous sommes ainsi un pionnier de l'industrialisation de l'impression 3D en France », explique fièrement Rivalier. Le partenariat avec Siemens ne se limite pas à l'utilisation des solutions Siemens (CNC, commande, NX et autres) : « Nous échangeons également des connaissances

techniques, nous collaborons par exemple à des projets de recherche ou nous développons des solutions de production additive spécifiques pour nos clients et partenaires. ».

La coopération de l'entreprise du sud de la France avec Siemens s'explique aussi par des raisons techniques : « L'impression 3D industrielle nécessite bien plus qu'un logiciel : il faut aussi un système de commande, des solutions pour l'intégration dans le processus de production, et cela ne s'arrête pas là », explique Verlet. VLM Robotics crée ainsi, avec une « constante numérique », les prérequis pour fournir des solutions clés en main à ses clients, qui sont pour la plupart des fabricants des secteurs de l'aéronautique, du ferroviaire ou du secteur de l'énergie.

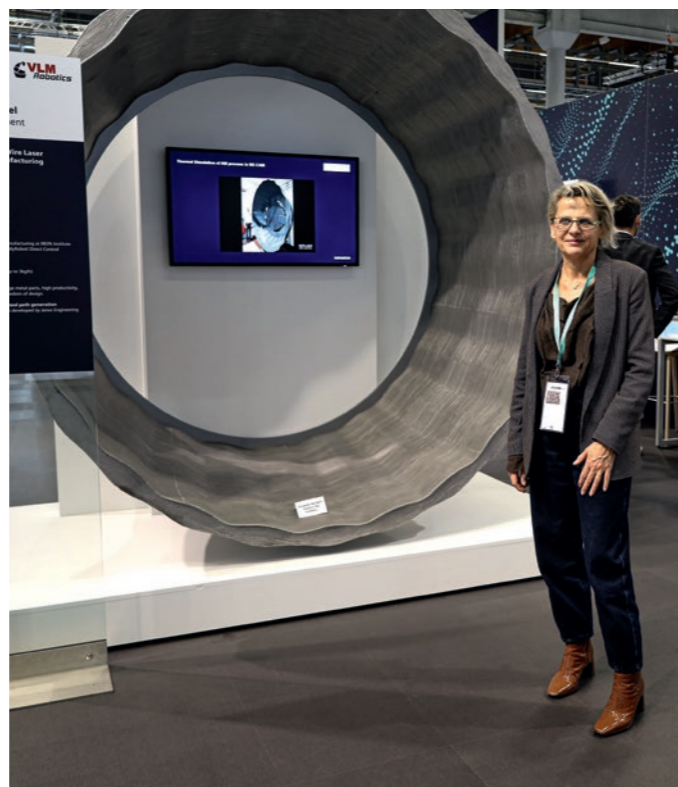
VLM Robotics propose non seulement des cellules standardisées, mais aussi des solutions personnalisées : il est par exemple possible d'intégrer des fonctions complémentaires pour le pré-traitement et le post-traitement. En vue de garantir un fonctionnement sans faille, VLM Robotics a par exemple réalisé des tests de fraisage sur plusieurs couches d'acier imprimées en 3D d'une largeur de 0,3 à 0,8 millimètre. Ce n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît, « car nous ne pouvons pas utiliser de liquide de refroidissement dans la cellule et nous devons donc ajuster très précisément les paramètres pour ne pas surchauffer les outils sans pour autant perdre en productivité », explique Verlet.

La solution industrielle d'impression 3D robotisée de VLM Robotics prévoit également la possibilité de surveiller le processus d'impression. Pour cela, un deuxième robot peut par exemple être équipé de capteurs pour surveiller le processus et documenter l'assemblage. « Avec cette solution brevetée, nous nous conformons à notre philosophie qui veut que toutes les opérations se déroulent autour de la pièce à usiner sans que celle-ci ne se déplace », explique Verlet. « Nous constatons par ailleurs une demande de plus en plus forte de l'industrie pour ce type de fabrication agile. »

## RECHERCHE ET PRODUCTION

Les cellules de fabrication sont utilisées par exemple dans le cadre de projets de recherche et dans des instituts de recherche, ainsi qu'en production chez un client de rang 1 du secteur aéronautique et chez Poly-Shape à Aix-en-Provence ou à la SNCF. Le géant français du rail s'en sert pour fabriquer des pièces de rechange pour ses véhicules ferroviaires. »





Jusqu'à présent, VLM Robotics s'est principalement concentrée sur le marché français. Son CEO, Philippe Verlet, souhaite toutefois élargir significativement son rayon d'action et mise pour cela sur trois nouvelles machines qui lui permettront de faire passer le volume d'un à plusieurs mètres cubes : Comp@qt, Solo et Gemini (cette dernière étant une cellule bi-robots). « Nous avons en France beaucoup de grands groupes opérant dans les domaines de la construction navale et de l'aéronautique ou du nucléaire, par exemple, mais malheureusement nous n'avons plus de grands constructeurs de machines. La coopération avec l'Allemagne est donc d'autant plus importante », explique Verlet, qui a travaillé plusieurs années pour une entreprise allemande avant de fonder VLM Robotics et qui parle couramment l'allemand.

En échangeant avec des partenaires commerciaux existants comme nouveaux, Philippe Verlet a constaté que la technologie DED était notamment « utilisée dans un nombre croissant d'entreprises et que le besoin de composants DED concrets se faisait sentir. Mais souvent, le nombre de pièces nécessaires est si limité que l'achat d'une machine n'est pas rentable. » Il n'existe cependant pas en France, selon Verlet,

de fournisseur de services proposant des composants DED de taille adaptée. Cela s'explique notamment par le fait que la technologie (contrairement à la technologie SLM) est assez jeune et moins bien établie. C'est pourquoi VLM Robotics fabrique elle-même de tels composants sur demande, jouant ainsi non seulement le rôle de fabricant de machines, mais aussi celui de producteur de pièces. Verlet s'attend aussi à ce que les besoins des utilisateurs augmentent à long terme et se concrétisent peu à peu par des ventes de machines.

En outre, Verlet voit des opportunités pour sa technologie dans d'autres domaines, par exemple dans la fabrication de grands moules, de pièces de rechange ou pour des applications dans le secteur aérospatial. « Nous pouvons tout aussi bien réaliser des moules pour des cuves à vin que des réservoirs de fusée. » Mais il est également décisif, selon lui, que les utilisateurs reconnaissent le potentiel de la fabrication additive et choisissent de l'exploiter pour leur propre compte. VLM Robotics entend également démontrer ce potentiel sur le salon Formnext 2022 : l'entreprise y est présente sur le stand collectif de la région Nouvelle-Aquitaine et souhaite présenter une partie de sa nouvelle cellule de fabrication de grande dimension XXL.

*Photo de gauche :*  
On teste sur plusieurs couches d'acier imprimées en 3D d'une largeur de 0,3 à 0,8 mm comment ces dernières peuvent être fraisées sans liquide de refroidissement

*Photo de droite :*  
Béatrice Rivalier à côté du prototype d'un moule imprimé en 3D d'environ 2 mètres de haut pour un fût à vin, présenté par VLM Robotics au salon Formnext en 2021

**+** PLUS D'INFORMATIONS SOUS :  
» [vlm-robotics.fr](http://vlm-robotics.fr)

## Quand une matière plastique blanche se substitue à la barrique

Même si Frédéric Planchon travaille dans une industrie plusieurs fois millénaire, il est loin de se conformer à la lettre aux règles établies de la vinification traditionnelle. « Nous avons mis au point un nouveau système pour la vinification », explique le directeur de Wine & Tools à Bordeaux. « Nous fabriquons des cuves en polyéthylène d'une forme et d'un design particuliers, qui mettent le vin en contact avec la bonne quantité d'oxygène pour favoriser sa maturation », explique Planchon. « Cela permet d'obtenir des vins plus suaves, plus équilibrés et plus fruités. »

Wine & Tools, dont le siège social se trouve à Bordeaux, fabrique ce type de cuves spéciales en matière synthétique en Aquitaine, l'une des grandes régions viticoles françaises. Elles sont notamment utilisées pour les vins des régions de Cahors, Bordeaux, Narbonne ou des Côtes du Rhône, mais aussi pour les vins d'Espagne et même pour les vins blancs d'Allemagne.

La production de ces cuves en polyéthylène de forme ovoïde nécessite des moules spéciaux, qui sont soit fabriqués manuellement à grand frais, soit usinés à partir de grands blocs d'aluminium. Dans ce dernier cas, seuls 10 pour cent de l'aluminium sont utilisés. « Au final, les deux méthodes sont très coûteuses », explique Plan-

chon, qui développe depuis plus de 20 ans déjà des produits en rapport avec la production de vin.

Les premiers contacts avec VLM Robotics remontent à cinq ans. Après les premiers tests d'impression 3D (coquetiers), l'idée est venue de faire également appel à « l'impression robotisée 3D pour faire progresser notre activité », raconte Planchon. « Je pensais surtout à réduire les coûts de nos moules à fûts et à rendre la fabrication plus flexible, de façon à permettre de réaliser plus rapidement de nouveaux designs. » Entre-temps, cela a débouché non seulement sur la pièce qui a été exposée au salon Formnext 2021 à plus petite échelle, mais sur des moules concrets pour la fabrication de fûts. « Le défi a ensuite été de faire passer les moules d'un diamètre d'une vingtaine de centimètres à plus d'un mètre, tout en les rendant suffisamment résistants pour le rotomoulage, sans les alourdir ni utiliser trop de matière », explique Planchon.

Pour le partenaire de développement VLM Robotics, cela impliquait d'expérimenter avec différentes épaisseurs de paroi et d'utiliser des renforts aux bons endroits. Les deux entreprises semblent avoir trouvé les bonnes combinaisons : « Nous sommes à présent si avancés dans le

développement que nous pourrions utiliser les premiers moules imprimés en 3D en production à la fin de l'été 2022 », se réjouit Planchon.



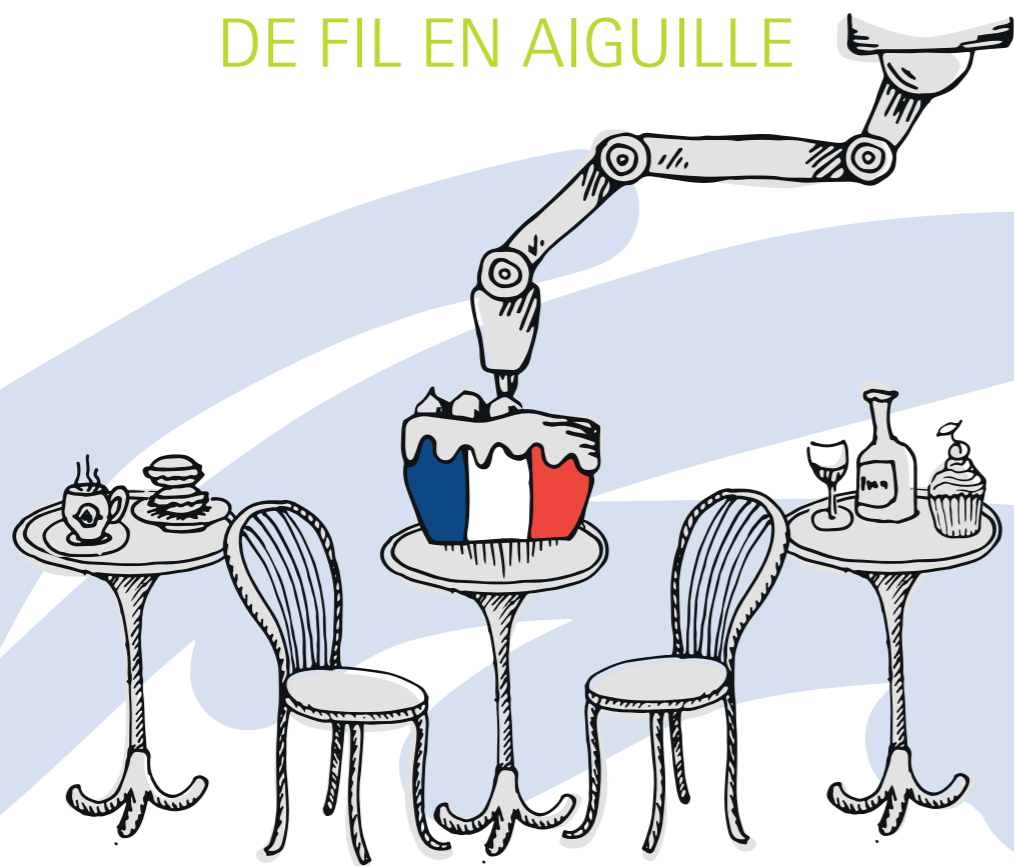
## Avec ou sans oxygène ?

Traditionnellement, les vins rouges de qualité sont conservés un certain temps dans des barriques, où ils acquièrent non seulement des tanins supplémentaires, mais bénéficient également d'une oxygénation minimale à travers le bois. Les fûts de 225 litres, fabriqués en bois de chêne et carbonisés de l'intérieur, étaient autrefois utilisés principalement pour le transport du vin vers l'Angleterre. Ce n'est que dans les années 1960 que l'on a découvert que l'apport d'oxygène, qui altère en

principe le vin, revêt également de l'importance, dans une juste mesure, pour le processus de maturation. Selon Frédéric Planchon, CEO de Wine & Tools, l'élevage en barrique pose toutefois deux problèmes : d'une part, le bois de chêne devient de plus en plus rare et cher et d'autre part – ce qui est encore plus important – la teneur élevée en tanins (les tanins déjà présents dans le vin rouge sont encore renforcés par le vieillissement en barrique) correspond de moins en moins au goût

de la clientèle. Il est donc préférable de procéder à une maturation sans ajout de tanin, mais avec l'apport de la bonne quantité d'oxygène. Un autre type de maturation a lieu dans des cuves en acier inoxydable, où le vin ne reçoit pas de tanins supplémentaires et n'entre pas en contact avec l'oxygène. Dans de telles cuves, la maturation s'effectue par pompage ou par oxygénation à l'aide d'appareils spéciaux, le dosage étant, selon Planchon, difficile à effectuer de manière adéquate.

## DE FIL EN AIGUILLE



Texte : Thomas Masuch

## Petites tables et plaisir des papilles

J'avais rendez-vous dans une ville du sud de la France pour une interview en début d'après-midi, mais à l'heure dite, personne ne s'est présenté. J'ai attendu, j'ai écrit un message et j'étais sur le point de partir lorsque mon interlocuteur a tourné le coin de la rue avec plus d'une demi-heure de retard, l'air détendu. « Désolé, j'avais rendez-vous pour déjeuner et comme nous sommes en France, il arrive que cela prenne un peu plus de temps. »

La nonchalance cette excuse m'a révélé l'importance que revêt en France la convivialité du déjeuner. De manière générale, la gastronomie semble occuper une place nettement plus importante en France qu'en Allemagne, en tant par exemple que lieu de rencontre sociale et de plaisir. Ce n'est pas sans raison que des expressions telles que « vivre comme un coq en pâte », que les Allemands traduisent par « Leben wie Gott in Frankreich » (vivre comme Dieu en France), ont vu le jour. La gastronomie française est également inscrite depuis 2010 au

patrimoine mondial immatériel de l'Unesco. Ce patrimoine inclut à la fois des grands chefs comme Paul Bocuse ou un service très aimable et compétent que l'on rencontre dans les restaurants ou les boulangeries de l'hexagone, et qui ne fait pas forcément partie des critères habituels en Allemagne, par exemple.

Une autre différence saute aux yeux lorsque, venant d'Allemagne, on franchit la frontière française : les voitures qui circulent sur les routes sont généralement moins luxueuses et sont (parfois) cabossées. Un sociologue amateur dirait que l'argent économisé sur l'achat d'une voiture est consacré à la gastronomie.

Le penchant des Français pour les repas plantureux pris en bonne compagnie comporte toutefois un petit bémol – c'est en tout cas mon impression après avoir parcouru le pays pendant quatre semaines : dans les centres de grandes villes comme Toulouse et Lyon, les tables des restaurants sont à peine plus larges que les chaises et sont si proches les unes des

autres qu'en mangeant, il faut faire attention à ne pas attraper par inadvertance les couverts de la table voisine. Même si, dans une perspective positive, cela peut être aussi considéré comme une forme de coexistence sociale.

La cuisine française n'a pas non plus échappé à l'impression 3D, moins pour résoudre les problèmes de place dans les restaurants par une fabrication décentralisée que pour créer, par exemple, de jolies décorations sur les gâteaux d'anniversaire (Pâtisserie Numérique).

Il n'existe certainement pas encore de véritable menace pour la haute ou la nouvelle cuisine, et il ne faut définitivement pas craindre l'apparition prochaine d'un bœuf bourguignon, d'un coq au vin ou d'une crème brûlée entre les axes X, Y et Z. Mais on ne sait jamais, il se peut que dans un peu plus de deux mois, on puisse déjà voir des solutions y afférentes au salon Formnext.

# AM4U

Les changements techniques et économiques imposent notamment à notre secteur un rythme effréné. L'échange, la diffusion des connaissances et l'inspiration restent donc notre mission aussi bien avant qu'après le salon Formnext. Tout au long de l'année, nous vous proposons avec AM4U des contenus passionnants sur le thème de la FA.

La FA dans le texte  
**Magazine Formnext**

La FA en images  
**Formnext.TV**

Comprendre la FA  
**AM Field Guide**

Les actualités de la FA  
**Salle de presse**

Les infos de la FA  
**Bulletin d'information AM4U**

FA à la demande  
**Médiathèque Formnext**

Où trouver la FA ?  
**AM Directory**  
(annuaire de la FA)

### Vous souhaitez aussi être informé sur la FA ou vous avez des demandes de modification ?

Vous ne voulez plus manquer aucun numéro de Fon Mag ? Ne plus partager votre exemplaire ? Ou préférez-vous que nous vous informions par voie numérique ? Désormais, il vous suffit de nous transmettre vos souhaits en ligne. Qu'il s'agisse d'un changement d'adresse, d'un abonnement pour des collègues ou d'un passage de la version imprimée à la version numérique. N'hésitez pas à nous faire part de vos préférences à tout moment, en vous rendant sur [formnext.com/am4u](http://formnext.com/am4u).

Si vous êtes déjà inscrit sur notre liste d'intéressés à AM4U, vous pouvez vous-même mettre à jour vos données sous « Modifier le profil ». Il suffit de vérifier votre adresse e-mail et vous recevrez le lien pour mettre à jour vos données directement dans votre messagerie.

Outre AM4U, notre AM Directory vous offre toute l'année, avec tous les profils d'exposants et de produits, un aperçu complet des derniers développements, solutions et services du secteur de la fabrication additive et de ses fournisseurs. Chercher et trouver sous [formnext.com/amdirectory](http://formnext.com/amdirectory).

**+ formnext**



CONTACT :

» 15 – 18/11/2022  
» Messe Frankfurt : Halle 11, 12  
et Portalhaus

» Hotline : +49 711 61946-810  
» [formnext@mesago.com](mailto:formnext@mesago.com)  
» [formnext.com/fonmag](http://formnext.com/fonmag)  
» Des informations supplémentaires  
sont disponibles sur [formnext.com](http://formnext.com)



SAVE THE DATE:

» 07 – 10/11/2023  
» 12 – 15/11/2024

MENTIONS LÉGALES fon | formnext magazine Numéro 03 / 2022

ÉDITEUR

**mesago**

Messe Frankfurt Group

Mesago Messe Frankfurt GmbH  
Rotebühlstraße 83 – 85  
D-70178 Stuttgart  
Tél. +49 711 61946-0  
Fax +49 711 61946-91  
[mesago.com](http://mesago.com)

Responsable de la publication :  
Bernhard Ruess

© Copyright  
Mesago Messe Frankfurt GmbH  
Tous droits réservés.

RÉDACTION  
ZIKOMM – Thomas Masuch  
[thomas.masuch@zikomm.de](mailto:thomas.masuch@zikomm.de)

CONCEPTION  
[feedbackmedia.de](http://feedbackmedia.de)

IMPRESSION ET RELIURE  
Druckhaus Stil + Find,  
Leutenbach-Nellmersbach

PARUTION  
Le magazine paraît 4 fois par an.

TIRAGE  
20 000 exemplaires

PUBLICITÉ  
Mesago Messe Frankfurt GmbH  
Tél. +49 711 61946-501  
[Stefan.Rapp@mesago.com](mailto:Stefan.Rapp@mesago.com)

SERVICE LECTEURS  
[formnext-magazin@mesago.com](mailto:formnext-magazin@mesago.com)  
Tél. +49 711 61946-810

Pour faciliter la lecture, la présente publication ne fait pas explicitement de distinction entre les personnes de sexe différent. Les termes utilisés dans ce contexte s'appliquent en règle générale à tous les sexes, dans un souci d'égalité de traitement.

Illustration : feedbackmedia.de, iStock/Natasha\_Pankina



# Perfectly Printed PEEK Products

Bond3D is on a mission to transform the manufacturing of functional end use parts for critical applications. With our cutting-edge technology we take high-performance polymers into the future of additive manufacturing. It's time to start replacing conventionally manufactured parts with Perfectly Printed PEEK Products.

We work with engineers around the world to create next generation of parts with unseen functionalities in the most demanding businesses. We create parts that are 100% voidless, have isotropic strength and are certified for use in critical applications. We offer services on the entire process from design, prototyping to production at an industrial scale.

## MANIFOLD

Leak-tight fluid manifolds for the semiconductor industry usable in vacuum environments



## OIL PUMP CASING

Flow-optimized pump housing for the energy industry with short manufacturing lead times



## FLOTATION DEVICE

This static mixer has optimized mixing capabilities due to the design freedom of additive manufacturing. The chemical resistance of PEEK enables the product to be used for mixing a wide range of chemicals



[bond3d.com](https://bond3d.com)

# BOND 3D