

ααα!ΛΕ

FABRICATION

FABRICATION

additive

3D ADEPT MAG

IMPRESSION 3D

DOSSIER : APPROBATION DES PRODUITS
MÉDICAUX IMPRIMÉS EN 3D ET LEUR ACCÈS AU MARCHÉ

N°2 - Vol 7 / Mars - Avril 2024

Edité par 3D ADEPT MEDIA - ISSN : 2736-6626

TruPrint Product Finder for Dental Technology



Find the right TruPrint machine for your application!

SPECIAL
OFFER



Are you searching for the right machine for your applications in dental technology? Look no further! Find the perfect solution with our intuitive Product Finder, guiding you through the exceptional capabilities of the TRUMPF TruPrint 1000 and TruPrint 2000. From removable partial dentures to crowns and bridges, and single abutments – we've got you covered! Elevate your precision and efficiency in dental technology.

More information at <http://www.trumpf.com/s/truprint-productfinder>



Edité par **3D ADEPT MEDIA**

Création graphique

Martial Y., Charles Ernest K.

Rédaction

Kety S., Yosra K.

Correction

Jeanne Geraldine N.N.

Publicité

Laura Depret

Laura.d@3dadept.com

Périodicité & Accessibilité :

3D ADEPT Mag est publié tous les deux mois sous forme de publication numérique gratuite ou d'abonnement imprimé.

Exactitude du contenu

Même si nous investissons des efforts supplémentaires et continus pour garantir l'exactitude des informations contenues dans cette publication, l'éditeur décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions ou pour toute conséquence en découlant. 3DA Solutions décline toute responsabilité pour les opinions ou les affirmations exprimées par les contributeurs ou les annonceurs, qui ne sont pas nécessairement celles de l'éditeur.

Publicités

Toutes les publicités et publications sponsorisées commercialement, en ligne ou imprimées, sont indépendantes des décisions éditoriales. 3D ADEPT Media ne cautionne aucun produit ou service marqué comme une publicité ou promu par un sponsor dans ses publications.

Responsabilité de l'éditeur

L'éditeur n'est pas responsable de l'impossibilité d'imprimer, de publier ou de diffuser tout ou partie d'un numéro dans lequel figure une publicité acceptée par l'éditeur si cette impossibilité est due à un cas de force majeure, à une grève ou à d'autres circonstances indépendantes de la volonté de l'éditeur.

Reproduction

Toute reproduction totale ou partielle des articles et iconographies publiés dans 3D Adept Mag sans l'accord écrit de la société éditrice est interdite. Tous droits réservés.



Questions et feedback:

3D ADEPT SPRL (3DA)

VAT: BE0681.599.796

Belgium -Rue Borrens 51 - 1050 Bruxelles

Phone: +32 (0)4 86 74 58 87

Email: contact@3dadept.com

Média en ligne: www.3dadept.com

SOMMAIRE

Editorial04

Dossier.....05

- APPROBATION DES PRODUITS MÉDICAUX IMPRIMÉS EN 3D ET LEUR ACCÈS AU MARCHÉ

AM Shapers.....11

- POSSIBILITÉS ACTUELLES DE FABRICATION ADDITIVE DANS LE DOMAINE CRANIO-MAXILLO-FACIAL

Logiciels15

- LES ÉTAPES DE LA FABRICATION NUMÉRIQUE DE DISPOSITIFS SPÉCIFIQUES AU PATIENT IMPRIMÉS EN 3D

Focus.....19

- LITHOZ DISCUTE DE L'UTILISATION DE L'IMPRESSIION 3D DE CÉRAMIQUES POUR LES OUTILS CHIRURGICAUX ET DE L'IMPORTANCE DE CHOISIR LA BONNE USINE D'IMPRESSIION 3D.

- L'EFFET DE L'EXCITATION PIÉZOÉLECTRIQUE DANS UN PROCESSUS DE DÉPOUDRAGE AUTOMATISÉ : LE CAS DES PIÈCES MÉDICALES IMPRIMÉES EN 3D.

Post-traitement.....27

- VOLKMAN GMBH SUR LE CONCEPT DE CIRCUIT FERMÉ DANS LE TRAITEMENT DES POUDRES POUR LES PIÈCES IMPRIMÉES EN 3D

Matériaux & Logiciels.....31

- LE POTENTIEL DES MÉTAMATÉRIAUX POUR LA FABRICATION ADDITIVE (MÉDICALE)

Opinion.....35

- ALLER AU-DELÀ DES BESOINS DE SANTÉ GRÂCE À L'IMPRESSIION 3D

Éléments que les prestataires de soins de santé doivent prendre en compte lorsqu'ils se lancent dans l'impression 3D et s'adressent à des professionnels de l'impression 3D

Événements37

- RÉFLEXION SUR LES DEUX DÉCENNIES DE RAPID.TECH 3D | ADDITIVE MANUFACTURING HUB



De plus en plus concret...

De toutes les industries qui adoptent la fabrication additive, l'industrie de la santé est probablement celle pour laquelle il est difficile d'expliquer l'impact de la technologie. Et pourtant, je ne cesse de le répéter, c'est l'industrie qui reste dans le top 3 des secteurs que j'aime à titre personnel couvrir.

Le problème ici c'est que tout est délicat. Quand vous savez qu'une application ou une solution peut changer la vie d'une personne, chaque explication devient un véritable puzzle à démystifier. Et pourtant, cette fois-ci, c'est différent et c'est probablement parce que nous sommes allés sur le terrain. Nous avons discuté avec les utilisateurs et quelques fois, nous avons rencontré les patients qui bénéficiaient des solutions imprimées 3D.

C'est tout bêtement comme cette opportunité de tester un appareil avant son achat. On est plus conscients de son acte d'achat, de l'utilisation qu'on en fera et du bénéfice qu'on en tirera.

Dans ce numéro de 3D ADEPT Mag, c'est ce retour du terrain qu'on a voulu vous transmettre. Ce sont ces bénéfices qu'on a voulu partager : à travers des tests de machine industrielle, des utilisations de matériaux ou solutions de FA spécifiques, des retours de médecins et experts médicaux et même des informations clés sur l'approbation des produits médicaux imprimés en 3D et leur accès au marché.

Pour une fois, les mots pour vous expliquer toutes ces choses sont arrivés aisément.



Kety SINDZE

Editrice-en chef chez 3D ADEPT Media

✉ KETYS@3DADEPT.COM

DOSSIER

APPROBATION DES PRODUITS MÉDICAUX IMPRIMÉS EN 3D ET LEUR ACCÈS AU MARCHÉ

« Ce n'est pas parce qu'on peut l'imprimer qu'on doit l'utiliser. »

Alors que les secteurs de la santé et de la médecine sont les premiers à propulser la croissance de la fabrication additive (FA), cette phrase de 3D-Print a résonné encore plus fort pendant la pandémie de Covid-19, car plus les gens (entreprises et particuliers) utilisaient l'impression 3D pour fabriquer du matériel médical, plus leur utilisation révélait un manque de connaissances concernant l'accès au marché des produits médicaux imprimés en 3D. Plus important encore, pour les professionnels de la santé sur le terrain, il est parfois difficile de savoir quand un dispositif imprimé en 3D est considéré comme un dispositif médical et il est difficile de comprendre ce qu'est une solution d'impression 3D sur le point d'intervention (En anglais, POC = Point of care). En outre, il est encore difficile de savoir si le recours à l'une ou l'autre solution nécessite de respecter un cadre juridique spécifique. L'article ci-dessous vise à répondre à ces préoccupations.



Alors que la FA continue à se développer en tant que processus de fabrication sérieux dans le domaine de la santé, il est essentiel de démystifier la complexité entourant l'accès au marché des dispositifs médicaux imprimés en 3D. Le large éventail d'applications médicales couvertes par la FA, des instruments chirurgicaux aux prothèses en passant par les applications osseuses, soulève un certain nombre de questions qu'il convient de prendre en considération afin de suivre les orientations spécifiques du législateur :

- Qu'est-ce qu'un dispositif médical ?
- Est-il différent des solutions de soins ?
- L'importance d'un système de gestion de la qualité (SGQ : en anglais Quality Management System - QMS)
- Qui est responsable des dispositifs médicaux imprimés en 3D ?

Le concept de dispositif médical

En termes simples, un **dispositif médical** (DM) est un produit ou un appareil destiné à un usage médical. Il « peut s'agir d'un instrument, d'un appareil, d'une machine, d'un dispositif, d'un implant, d'un réactif pour usage in vitro, d'un logiciel, d'une matière ou d'un autre article similaire ou connexe, destiné par le fabricant à être utilisé seul ou en association dans un but médical. »

En d'autres termes, ils aident à diagnostiquer, à traiter ou à surveiller des individus atteints de maladies potentielles. La réglementation des DMs est donc cruciale, car ils doivent remplir l'objectif pour lequel ils ont été conçus, être robustes et éviter de nuire au patient et à l'opérateur. C'est pourquoi, en fonction des risques qu'ils présentent pour la sécurité, certains DMs peuvent être soumis à des réglementations plus strictes que d'autres.

« En tant que fabricant, vous êtes tenu de connaître les réglementations

légales applicables à vos dispositifs, en fonction de leur classe de risque et de l'endroit où vous les commercialisez. Les réglementations de l'UE diffèrent de celles des États-Unis et le parcours réglementaire pour mettre un dispositif sur le marché est différent. La technologie de production n'influe pas sur le parcours réglementaire, de sorte que les dispositifs imprimés en 3D suivent le même parcours que les dispositifs fraisés, par exemple », explique **Erik Boelen**, consultant en impression 3D médicale et en gestion de la qualité ISO 13485.

Cela dit, en ce qui concerne le marché de l'UE, **Alberto Bardají de Quixano** de TÜV SÜD Product Service GmbH souligne que « les dispositifs médicaux commercialisés dans l'Union européenne sont soumis au règlement sur les dispositifs médicaux [2017/745 \(MDR\)](#) - cela inclut les dispositifs



fabriqués à l'aide de techniques de fabrication additive. Les dispositifs médicaux sont classés en fonction de leur destination, de leur durée d'utilisation et de la nature du contact avec le corps, entre autres aspects. Le règlement définit différentes voies d'évaluation possibles pour les dispositifs médicaux en fonction de la classification du dispositif. Une autre considération qui peut avoir un impact sur les exigences énoncées dans le règlement est de savoir si le dispositif est fabriqué sur mesure pour un patient spécifique ou s'il est produit en série et disponible sur étagère. »

Au cas où vous ne le sauriez pas, les **dispositifs sur mesure** sont

destinés aux cas où les besoins spécifiques d'un individu ne peuvent être satisfaits, ou lorsqu'un dispositif alternatif disponible sur le marché ne peut atteindre le niveau approprié de performance souhaité pour une application donnée. Dans ce cas, on crée un dispositif sur mesure pour un patient unique, en suivant la prescription écrite d'un chirurgien ou d'un médecin et en respectant les indications de conception spécifiques.

Les dispositifs adaptés au patient sont adaptés à l'anatomie du patient dans le cadre d'une enveloppe de conception spécifique à l'aide de techniques telles que la mise à l'échelle ou le modelage à l'aide de l'imagerie par tomodensitométrie du

patient. Cela peut éventuellement se faire en consultation ou sur prescription d'un médecin, mais la responsabilité de la conception incombe au fabricant qui propose une série de paramètres validés pour la conception du produit.

Selon **M. Boelen**, « la régulation sur les DMs ne parle que des dispositifs médicaux sur mesure, mais il serait préférable de parler de dispositifs médicaux personnalisés, comme dans le document d'orientation IMDRF WG/N58 . Selon les définitions de l'IMDRF WG/N49, les dispositifs sur mesure sont des dispositifs fabriqués exclusivement pour l'anatomie ou la pathologie spécifique d'un patient, conformément aux prescriptions de son chirurgien, lorsqu'il n'existe pas

de dispositif approprié sur le marché.

Les dispositifs adaptés au patient sont également des dispositifs fabriqués uniquement pour un patient particulier, mais leur conception est prédéterminée (dans une enveloppe de conception) et adaptée à chaque patient, et ils sont généralement produits dans le cadre d'un processus par lots qui peut être validé et reproduit.

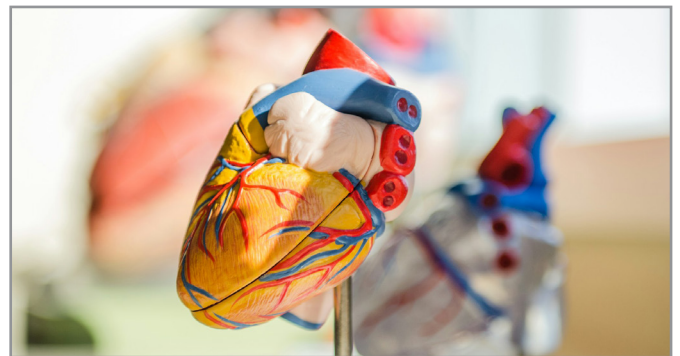
Le document de la TGA intitulé «Personalized medical devices, v5.0» (Dispositifs médicaux personnalisés, v5.0) montre clairement que la plupart des dispositifs qui étaient auparavant considérés comme «faits sur mesure» sont désormais considérés comme «adaptés au patient». »

Les principales différences avec les solutions de point-of-care

Le terme Point-of-Care (PoC) peut être trompeur. En tant que presse spécialisée dans l'industrie de la FA, nous avons rapidement appris que POC signifiait «dans l'établissement de soins de santé». En réalité, ce terme est généralement utilisé comme «au chevet du patient».

Pour éviter toute confusion, nous recommandons de garder à l'esprit que les solutions POC sont des dispositifs fabriqués et utilisés dans les établissements de santé.

Ces dispositifs sont soumis à l'article 5.5 du règlement et doivent être conformes aux exigences générales de sécurité et de performance énoncées à l'annexe I. Ils doivent également être fabriqués « dans le cadre d'un système approprié de gestion de la qualité ». « Il est donc obligatoire que ces dispositifs soient produits dans le cadre d'un système de gestion de la qualité mis en œuvre. La meilleure façon de garantir l'adéquation du SMQ est de se conformer à la norme ISO 13485. Chez TÜV SÜD, nous proposons un audit du système de gestion qualité (SGQ) selon la norme ISO 13485 avec un accent particulier sur les processus d'impression 3D selon la norme ISO/ASTM 52900. Cette expertise spécifique dans la fabrication additive peut bénéficier à tout fabricant de dispositifs imprimés en 3D ainsi



qu'aux producteurs de points de soins qui souhaitent garantir l'efficacité de leur SGQ et, en fin de compte, la sécurité de leurs produits », souligne l'expert de TÜV SÜD Product Service GmbH.

Note importante pour les professionnels basés aux États-Unis :

Dans un cadre basé sur les risques développé par le Center for Devices and Radiological Health de la FDA, il est possible d'identifier différents scénarios dans lesquels l'AM peut être utilisée pour la fabrication de dispositifs médicaux au point d'intervention.

Scénario	Description
1. Risque minimal d'impression 3D	Dans ce scénario, les dispositifs ne présenteraient qu'un risque minimal pour les patients. La FA peut donc être utilisée pour produire des modèles destinés à l'éducation et au conseil des patients.
2. Dispositif conçu par l'OEM à l'aide d'un processus validé : système clé en main	Dans ce cas, les fabricants vendraient un ensemble ou un système prêt à l'emploi à un centre de soins. Il pourrait s'agir d'un logiciel, d'un matériel et de paramètres de processus. Le fabricant devrait recevoir l'autorisation ou l'approbation de la FDA pour que son produit puisse être utilisé au point de service, ce qui nécessiterait de démontrer que les spécifications du produit peuvent être respectées lorsqu'il est imprimé en 3D par l'utilisateur final. Dans ce cas, l'établissement de santé serait responsable de l'impression du produit conformément aux spécifications autorisées ou approuvées du fabricant, et de l'utilisation du produit pour l'usage autorisé ou approuvé auquel il est destiné.

<p>3. Dispositif conçu par le fabricant selon un processus validé : exigences supplémentaires en matière de capacités des professionnels de la santé.</p>	<p>La principale différence avec le scénario n° 2 réside dans le fait que le CEP peut faire l'objet de processus de fabrication ou de post-impression plus complexes. Le dispositif autorisé ou approuvé sera probablement étiqueté avec des instructions supplémentaires pour l'utilisateur final et le processus d'autorisation peut également inclure des exigences de test et de formation sur site de la part du fabricant pour faciliter l'impression 3D appropriée par l'établissement de santé. Il va sans dire qu'un personnel formé et un équipement approprié sont indispensables.</p>
<p>4. Le fabricant est installé dans les mêmes locaux que le POC</p>	<p>Cela signifie qu'un fabricant de dispositifs se trouve dans le même établissement de POC ou aussi près que possible. Le fabricant est responsable de la plupart ou de tous les aspects de l'impression 3D, y compris de l'utilisation de son propre personnel et de son propre équipement.</p>
<p>5. L'établissement de santé devient fabricant.</p>	<p>Ce scénario s'adresse à une installation de POC qui souhaite imprimer des dispositifs en dehors de la classification de risque minimal, mais qui veut contrôler ses propres opérations. En devenant fabricant de dispositifs imprimés 3D, il devient responsable de toutes les exigences réglementaires, ainsi que du développement, de la conception et de l'essai des dispositifs.</p>

Source du cadre conceptuel: [Qserve](#).

Quel que soit l'endroit où nous sommes basés, le suivi de directives spécifiques pour les DMs ou les POC nécessite de prendre en compte les systèmes de gestion de la qualité (SGQ).

L'importance des SGQ

Il n'y a pas de différence entre la signification du SGQ pour les DMs et sa signification dans un environnement industriel. Il s'agit toujours d'un ensemble de processus et de procédures d'entreprise visant à garantir que la qualité des produits ou des services répond – ou dépasse – les attentes des clients.

C'est la raison pour laquelle, selon Boelen, le SGQ a l'image d'un système ennuyeux et bureaucratique, mais cela est principalement dû à la «rigidité» du système. *« Un système de gestion de la qualité sur papier rend la révision, l'approbation et la mise à jour des documents très fastidieuses, alors qu'avec les systèmes numériques, tout cela est très simple. Je pense également que si vous disposez d'un système distinct et dédié à votre SGQ, la plupart des employés n'ont pratiquement jamais besoin de l'utiliser (à l'exception du responsable qualité), ce qui augmente le seuil à franchir. C'est pourquoi je préconise l'utilisation d'un wiki d'entreprise qui inclut le SGQ ; étant donné qu'un tel wiki est utilisé régulièrement pour construire une base de connaissances et enregistrer des notes de réunions communes, le SGQ est beaucoup plus accessible puisqu'il est intégré dans les pratiques de travail quotidiennes »,* ajoute-t-il.

En outre, selon les termes de **Bardají de Quixano**, il est important de garder à l'esprit que *« nous sommes actuellement en train de passer de l'ancienne directive européenne au 'MDR'. Le 'MDR' vise en fin de compte à garantir la sécurité et les performances des dispositifs utilisés chez les patients. C'est une bonne chose, même si la garantie et la preuve de la conformité peuvent poser quelques problèmes. Alors que nous passons au nouveau règlement, nous trouvons également de la place pour le pragmatisme et l'aspect pratique dans l'application de ses*



exigences ».

D'un point de vue plus pratique, Boelen ajoute que le type de tests requis pour qualifier les produits médicaux imprimés en 3D dépend de l'utilisation prévue du dispositif. Par exemple, si le dispositif est porteur, des tests mécaniques seront inévitables. Des tests de biocompatibilité sur le dispositif final doivent être envisagés car le processus d'impression 3D modifie le matériau pendant l'impression et le matériau résultant peut ne pas être aussi biocompatible que le matériau de départ.

En outre, Bardají de Quixano rappelle que **les dispositifs médicaux imprimés en 3D sont soumis aux mêmes exigences que les dispositifs fabriqués à l'aide de techniques traditionnelles**. Ces exigences sont définies dans les exigences générales de sécurité et de performance de **l'annexe I du règlement** et comprennent des aspects tels que la sécurité biologique, **la propreté, la résistance à la rupture, la résistance à l'usure et la résistance à la fatigue**, entre autres.

Cependant, *« il existe une série de normes ISO et ASTM spécifiques aux dispositifs médicaux qui définissent des méthodes d'essai de pointe considérées comme acceptables pour prouver la conformité à ces exigences. Les critères d'acceptation sont les mêmes pour les dispositifs imprimés 3D que pour tout autre dispositif, car ils sont définis par la*

finalité et les performances attendues. Dans le cas des dispositifs imprimés en 3D, il convient d'accorder une attention particulière à des aspects tels que la variabilité des résultats des essais et l'analyse des modes de défaillance en raison de la nature du processus de fabrication.

La validation et le contrôle du processus d'impression 3D et du post-traitement sont essentiels pour obtenir des résultats d'essai reproductibles. La norme **ISO/ASTM 52900** et les autres normes de la **série ISO/ASTM 529xx** constituent un outil utile pour mettre en place, valider et contrôler les processus d'impression 3D. Il existe également d'autres normes ASTM qui sont utiles pour des techniques d'impression 3D spécifiques ainsi que pour les spécifications des matériaux et les méthodes d'essai associées. Ces normes sont d'application générale mais valables pour les dispositifs médicaux. La **norme ASTM F3335:2020** fournit des conseils pour évaluer l'élimination des débris de poudre dans les dispositifs médicaux SLS », ajoute-t-il.

Qui est alors responsable des dispositifs médicaux imprimés en 3D ?

Les deux experts s'accordent sur le fait qu'en général, le fabricant est responsable de la fabrication des DMs dans le cadre d'un système de gestion de la qualité approprié. Néanmoins, une petite nuance s'impose lorsqu'il s'agit de dispositifs sur mesure, car c'est le chirurgien qui en est responsable. Pour la fabrication au PS, l'hôpital est considéré comme le fabricant et, par conséquent, il est responsable des dispositifs médicaux imprimés en 3D. Dans l'ensemble, il convient de rester vigilant. Il peut y avoir des situations délicates où, parce qu'un dispositif échoue, par exemple à cause d'un mauvais matériau, le fabricant peut être tenu pour responsable.



En résumé?

Les cadres réglementaires peuvent être complexes à suivre en fonction de l'endroit où vous êtes basé et de ce que vous voulez faire. Même si nous espérons avoir été en mesure de partager des idées qui pourraient vous aider à comprendre ce qu'il faut prendre en compte dans l'accès au marché des dispositifs médicaux imprimés en 3D, il est important de garder à l'esprit qu'il y a toujours des organisations professionnelles médicales qui publient continuellement des lignes directrices pour l'utilisation de l'impression 3D sur le lieu de soins. Ces lignes directrices peuvent inclure, par exemple, des recommandations sur la manière de produire de manière cohérente et sûre des modèles anatomiques imprimés en 3D générés à partir de l'imagerie médicale, ainsi que des critères sur la pertinence clinique de l'utilisation de modèles anatomiques imprimés en 3D à des fins de diagnostic.

Notes de l'éditeur

J'ai eu le plaisir d'animer une table ronde sur ce sujet lors des **AM Medical DAYS 2023** à Berlin, un événement sur l'impression 3D médicale qui s'est tenu à Berlin en décembre 2023 et qui est organisé par IPM AG. Le panel réunissait Alberto Bardají de Quixano, spécialiste des produits d'implants orthopédiques, [TÜV SÜD Product Service GmbH](#) ; Bernhard Pultar, CEO et cofondateur, [POC APP AG](#) ; ainsi que le Dr. Erik Boelen, consultant en impression 3D médicale et gestion de la qualité ISO 13485, [Qase3D](#). Les réactions du panel ont été si positives que nous avons décidé de partager dans ce numéro les principales idées que les fabricants de dispositifs médicaux devraient garder à l'esprit lorsqu'ils s'engagent sur la voie des dispositifs médicaux imprimés en 3D. Compte tenu de la longueur de cet article, nous n'avons partagé que les points de vue d'**Alberto Bardají de Quixano** et d'**Erik Boelen**.



3DADEPT.COM

Chaque jour, nos rédacteurs fournissent aux lecteurs des nouvelles, des rapports et des analyses sur l'industrie de la fabrication additive. Pour naviguer dans cette mine d'informations, nous avons défini une liste de sections et de sous-sections qui pourraient vous aider à trouver ce qui est important pour vous.

Avez-vous des informations relatives à l'impression 3D ou un communiqué de presse à publier ?

Envoyez un email à contact@3dadept.com

Fabrication Additive / Impression 3D

-  **RAPPORTS**
-  **DOSSIERS**
-  **APPLICATIONS**
-  **PROMOTIONS**
-  **COLLABORATION**



www.3dadept.com
 Tel : +32 (0)4 86 74 58 87
 Email: contact@3dadept.com

AM SHAPERS: POSSIBILITÉS ACTUELLES DE FABRICATION ADDITIVE DANS LE DOMAINE CRANIO-MAXILLO-FACIAL

Rencontre avec le professeur Florian Thieringer.

Parmi le large éventail de spécialistes que l'on trouve en médecine, j'ai souvent qualifié les chirurgiens cranio-maxillo-faciaux d'artistes doués. Leur capacité à traiter les tissus mous et les structures squelettiques du visage et du crâne ou les malformations faciales congénitales, ainsi que les blessures causées par le cancer, d'autres maladies ou des événements traumatiques, est une véritable œuvre d'art : difficile à expliquer lorsqu'on ne fait pas partie du domaine, elle n'en est pas moins belle et impressionnante. Lorsque j'ai appris que ce domaine d'activité était le 7e sur 13 à bénéficier de la fabrication additive dans les chirurgies de reconstruction, je n'ai pas pu m'empêcher de me poser les questions de base : Quels procédés de fabrication additive ? Comment ? Pourquoi ? Compte tenu du nombre limité d'hôpitaux européens qui utilisent les technologies de fabrication additive pour les chirurgies de reconstruction, j'ai contacté le professeur Florian M. Thieringer de l'hôpital universitaire de Bâle, dans l'espoir que sa riche expérience puisse aider d'autres prestataires de soins de santé à franchir le pas de la fabrication additive ou, du moins, à considérer cette technologie comme une nouvelle opportunité d'améliorer leur art.

Le professeur Thieringer est un homme aux multiples casquettes et décrire ses différentes fonctions prendrait probablement une page entière. Pour faire court, j'aimerais donc m'en tenir à ceci : il est chirurgien oral et cranio-maxillo-facial et expert médical en 3D, spécialisé dans la chirurgie tumorale, traumatique, reconstructive et orthognathique. Il est intéressant de noter que le dénominateur commun aux multiples fonctions qu'il occupe semble être la fabrication additive (FA).

Pour expliquer les différentes raisons qui pourraient être à l'origine de ce dénominateur

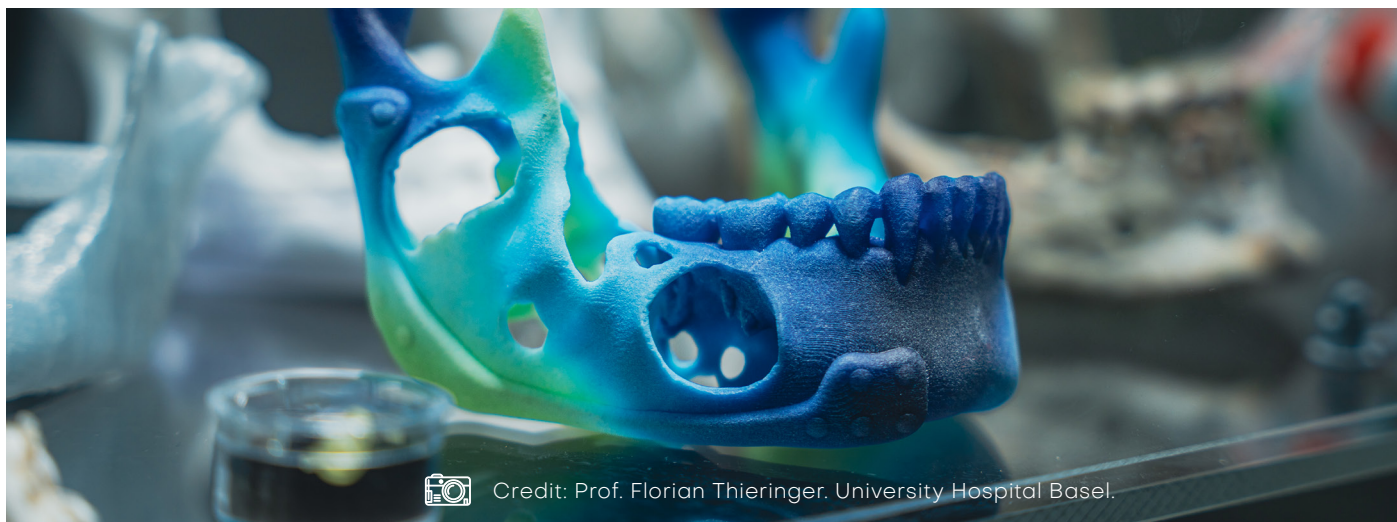



 Prof. Florian Thieringer

commun, il se souvient : « Il y a plus de 20 ans, alors que j'étudiais la médecine, j'ai rejoint le groupe de recherche de mon mentor, le professeur **Hans-Florian Zeilhofer**, à Munich, en Allemagne. Il est l'un des pionniers de l'impression 3D médicale. Dès cette époque, il a démontré que l'impression 3D pouvait être très bénéfique pour le traitement de nos patients. Aucune autre technologie ne permettait de transférer l'anatomie d'un patient dans une représentation réaliste, haptique et tridimensionnelle. Nous avons trouvé fascinant de pouvoir tenir l'anatomie des patients dans nos mains avant même d'entrer dans la salle d'opération et de planifier très précisément les procédures chirurgicales ».

Même si, de nos jours, la FA aide le Pr. Thieringer et son équipe à fabriquer des modèles anatomiques complexes et des implants spécifiques aux patients qui s'adaptent très parfaitement, il convient de noter qu'ils travaillent avec plusieurs autres technologies numériques tout au long du processus de traitement, du début à la fin. « L'impression 3D reste l'une des chaînes les plus précieuses de tout ce processus dans le domaine médical », aux côtés d'autres solutions numériques telles que la réalité virtuelle/la réalité augmentée (AR/VR) ou la robotique.

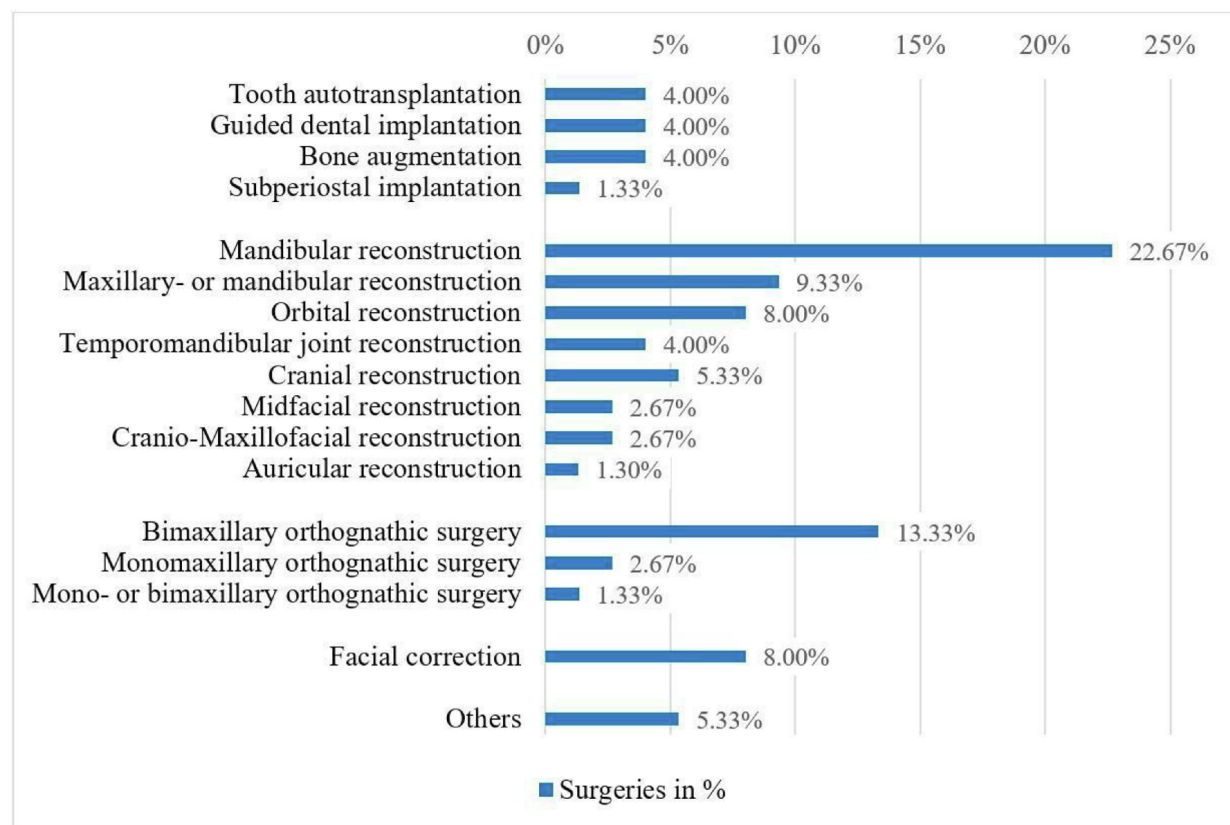
Dans le cadre de cet article, nous nous concentrerons sur son utilisation dans les applications cranio-maxillo-faciales.



 Credit: Prof. Florian Thieringer. University Hospital Basel.

La FA dans les chirurgies reconstructives

Les recherches révèlent que la FA a déjà été utilisée dans des reconstructions mandibulaires et orbitales, des reconstructions de l'articulation temporo-mandibulaire, des reconstructions crâniennes, médiofaciales, crano-maxillofaciales ou même auriculaires.



Liste des interventions chirurgicales réalisées à l'aide de l'impression 3D. Source (disponible en anglais) : «Medical 3D printing with a focus on point-of-care in Cranio-Maxillofacial Surgery». Une revue systématique de la littérature.

Liste des interventions chirurgicales réalisées à l'aide de l'impression 3D. Source : "Medical 3D printing with a focus on point-of-care in Cranio-Maxillofacial Surgery. Une revue systématique de la littérature."

En ce qui concerne les reconstructions crano-maxillo-faciales, les modèles de haute précision, les implants, les guides chirurgicaux et les dispositifs de fixation – qui peuvent tous être fabriqués à l'aide de la FA – se sont révélés être des outils précieux pour les chirurgiens.

« La FA est un outil pour les cas difficiles dans le domaine crano-maxillo-facial. C'est un élément important de l'arsenal chirurgical. Par conséquent, plus l'opération est complexe, plus il est probable que nous utilisons la FA », nous a expliqué l'expert en 3D médical. Il évoque des applications spécifiques pour lesquelles la technologie apporte une valeur ajoutée :

« L'impression 3D est devenue une norme dans notre clinique dans le domaine des traumatismes complexes. Lorsque nous avons des patients souffrant de traumatismes complexes, nous avons recours à l'impression 3D, en particulier lorsqu'il s'agit de patients souffrant de fractures du plancher orbital et que nous souhaitons adapter les implants

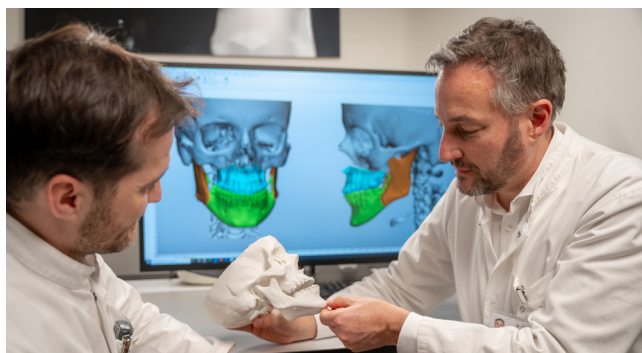
à l'anatomie de nos patients. Nous utilisons également l'impression 3D comme norme pour nos patients orthognathes qui ont besoin d'une chirurgie corrective de la mâchoire.

La production de guides chirurgicaux pour l'implantologie dentaire ou la chirurgie des tumeurs reste cependant l'une de nos principales applications. Et je pense que nous restons l'une des seules cliniques internationales à pouvoir produire des implants spécifiques au patient pour une utilisation directe sur le patient dans le domaine de la reconstruction crânienne. »

Pour l'expert, des implants parfaitement adaptés au patient pourraient être conçus en AR/VR et produits par impression 3D intra- et extracorporelle.

[Dans une approche d'impression 3D extracorporelle, le travail le plus important a lieu avant l'opération. L'équipe travaille sur un flux de travail numérique où l'implant sera conçu pour le patient.

Dans une approche intracorporelle, une solution robotique est introduite dans la tête ou à l'endroit où il faut opérer et imprimer pour régénérer le défaut. Le Pr. Thieringer explique qu'il est également possible d'ouvrir la peau et d'imprimer directement la pièce en 3D. Même si la recherche sur la bio-impression est toujours en cours, et compte tenu des réglementations strictes en matière de dispositifs médicaux, le processus doit encore être validé avant toute application in-situ].



Crédit : Prof. Florian Thieringer. Hôpital universitaire de Bâle.

Une comparaison possible avec les méthodes d'exploitation conventionnelles ?

Jusqu'à présent, et de manière générale, la FA s'est avérée être un outil sûr pour les chirurgiens craniomaxillofaciaux, et peut parfois donner de meilleurs résultats. Selon l'étude «*Medical 3D printing with a focus on Point-of-Care in Cranio- and Maxillofacial Surgery*», aucune étude n'a rapporté de moins bons résultats avec l'aide de l'impression 3D. 3,14 % des études ont fait état de résultats comparables aux approches conventionnelles et 96,86 % des études qui ont mentionné les résultats chirurgicaux ont fait état d'un résultat satisfaisant ou même d'un meilleur résultat avec l'impression 3D par rapport aux approches conventionnelles. 93,75 % des études portant sur la durée du traitement ont fait état d'opérations plus courtes grâce aux objets imprimés en 3D.

Si les éléments de mesure ne sont pas les mêmes que ceux utilisés pour comparer l'AM avec les processus de fabrication conventionnels dans un cadre industriel, le Pr. Thieringer attire l'attention sur le fait que, malgré ses progrès, l'AM reste une nouvelle approche en médecine.

« Par exemple, pour stabiliser l'os, un implant sera adapté au cours de l'opération. Cela prend beaucoup de temps et ne sera jamais parfait et précis à 100 %. Ainsi, grâce à la planification chirurgicale virtuelle et à l'impression 3D, nous bénéficions du transfert du temps de planification dans un cadre préopératoire. Et avec la fabrication d'implants parfaitement adaptés au patient, nous pouvons traiter nos patients d'une manière totalement différente ».

Il va sans dire que ce qui fonctionne pour un cas ne fonctionne pas nécessairement pour un autre.

Toutefois, d'un point de vue logistique, un élément de mesure que l'on retrouve à la fois dans les unités industrielles et dans les unités de soins de santé est le «stock». «En utilisant l'impression 3D pour chaque patient, il n'est pas nécessaire de conserver un stock important – dans ce cas, des implants fabriqués de manière traditionnelle – car chaque implant est produit lorsqu'il est nécessaire.

D'un point de vue plus pratique, au fil des ans, le Pr. Thieringer et son équipe ont réalisé des applications à partir d'un large éventail de technologies : FDM, SLA, SLM, SLS et PolyJet. En tant qu'hôpital universitaire, ils disposent probablement de l'un des plus grands parcs d'imprimantes 3D du marché.

« Chaque technologie a son créneau dans le domaine médical. Cela dépend donc fortement de l'application. Nous avons plus de 30 imprimantes 3D utilisées pour différentes applications. En fait, à un moment donné, j'ai arrêté de les compter. La FDM, par exemple, est utilisée pour des modèles anatomiques rentables. Si vous avez besoin d'un modèle anatomique en peu de temps ou de modèles très basiques, la FDM est le candidat idéal pour la production. Nous utilisons également le procédé FDM pour nos implants en PEEK dans la reconstruction crânienne. Si vous souhaitez ajouter des caractéristiques supplémentaires à votre modèle, comme la couleur ou même les propriétés biomécaniques des tissus durs ou mous, ou si vous avez besoin de modèles transparents, la technologie Polyjet sera certainement le choix idéal. Nous comptons sur le procédé SLM pour les implants de haute performance en titane, qui sont pour l'instant encore fabriqués par nos partenaires de l'Université des sciences appliquées. La technologie SLS est idéale pour les modèles robustes ou les guides chirurgicaux biocompatibles, tandis que la SLA et la DLP s'imposent pour les solutions dentaires », précise le chirurgien.

La courbe d'adoption de la FA

Au milieu de tous ces domaines de soins de santé qui



adoptent la FA, la dentisterie numérique reste celle qui ouvre la voie pour notre invité.

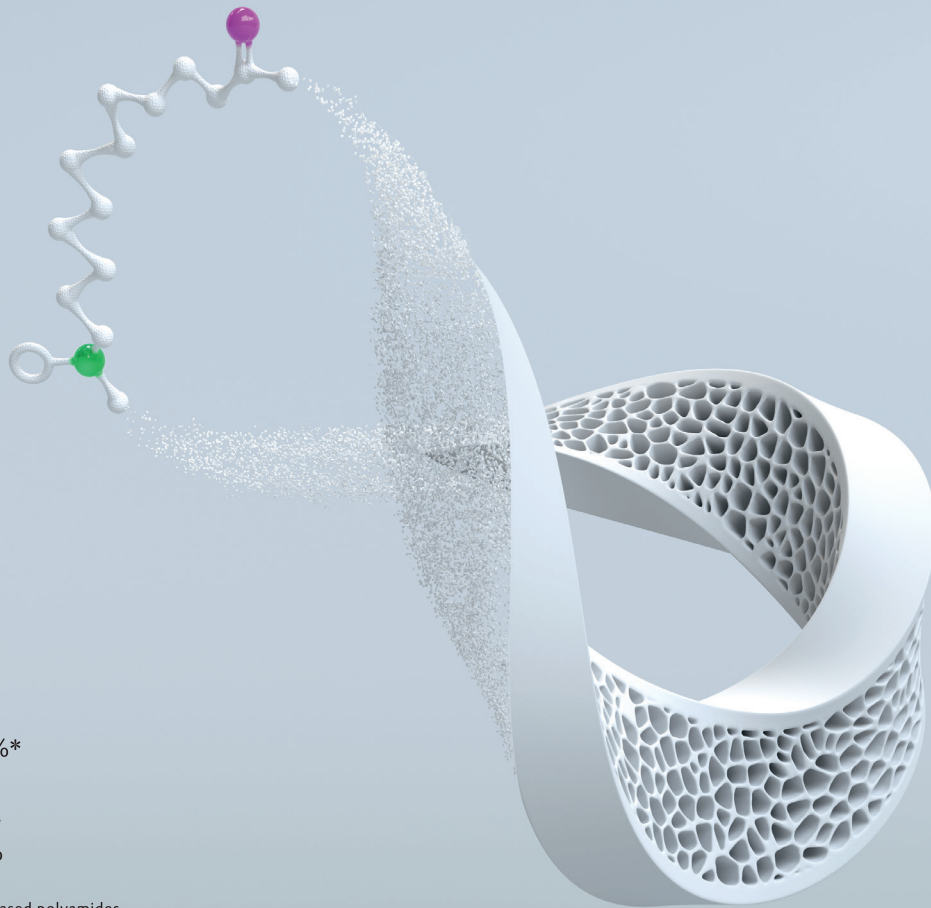
En réalité, la courbe d'apprentissage reste un chemin difficile en raison de l'énorme besoin d'expertise interdisciplinaire. « Vous ne pouvez pas commencer comme chirurgien, vous avez besoin d'ingénieurs et de techniciens, mais pas seulement, le flux de travail traditionnel et l'état d'esprit doivent également changer. Si on ajoute à cela les coûts et les aspects réglementaires, on obtient un ensemble d'éléments qui peuvent ralentir l'adoption dans les hôpitaux », explique l'expert.

Même si je ne suis pas surprise d'entendre ces arguments, j'aimerais attirer l'attention des professionnels de la santé sur ces considérations de coût : elles dépendent fortement de plusieurs facteurs qui sont souvent inhérents à chaque hôpital. Ces facteurs peuvent être **le personnel, le budget ou même le système de santé** de leur pays.

Il est important de garder à l'esprit que vous devez avoir « une compréhension claire des besoins cliniques et de la manière dont la FA peut les résoudre. C'est essentiel, car la FA n'est pas la solution à tout. En outre, il est toujours utile d'investir dans la formation et la collaboration interdisciplinaire lorsque vous envisagez d'intégrer la FA dans votre hôpital. Enfin, il est important de tenir compte de l'aspect réglementaire. Il est essentiel de disposer d'un système de gestion des risques et de s'assurer que les processus sont conformes », déclare le Pr. Thieringer.

En conclusion, l'impression 3D médicale dans le domaine craniomaxillo-facial, comme le montre l'expérience du professeur **Florian Thieringer**, n'est pas seulement une approche innovante, mais une force de transformation des procédures chirurgicales. Sa capacité à produire des implants et des guides chirurgicaux spécifiques au patient avec une précision remarquable laisse entrevoir un avenir où l'impression 3D sera intégrée de manière transparente dans les processus cliniques. À mesure que la technologie évolue et que les cadres réglementaires s'adaptent, l'impression 3D médicale jouera sans aucun doute un rôle de plus en plus crucial dans l'amélioration des résultats pour les patients et de l'efficacité opérationnelle des soins de santé. Le parcours de la fabrication additive, d'un concept novateur à une norme dans la pratique clinique, est emblématique de l'évolution plus large vers la médecine personnalisée et la transformation numérique dans les soins de santé. Pour le Pr. Thieringer et son équipe, « l'impression 3D en médecine n'est pas seulement une innovation, c'est l'avenir des soins personnalisés aux patients ».





Reusable
up to 100%



Reduced CO₂
emissions by 74%*



Renewable feed-
stock as of 100%

* Compared with the castor oil-based polyamides
of Evonik's own Terra range.

New
product

Designed for circularity

INFINAM®  eCO PA

Evonik presents the world's first PA12 powder material for 3D printing that substitutes 100% fossil feedstock with bio-circular raw material from waste cooking oil.

 **EVONIK**
Leading Beyond Chemistry

LOGICIELS:

LES ÉTAPES DE LA FABRICATION NUMÉRIQUE DE DISPOSITIFS SPÉCIFIQUES AU PATIENT IMPRIMÉS EN 3D

Des données du patient au dispositif prothétique final chez [Quorum Prosthetics](#)

À 12 ans, **Joe Johnson** a perdu sa jambe dans un accident de moto. Il a d'abord dû faire face à des difficultés avec une prothèse de base, jusqu'à ce qu'il découvre comment la FA pouvait l'aider à produire une prothèse sur mesure et plus confortable, imprimée en 3D. L'histoire de Johnson aurait pu s'arrêter après l'obtention de sa première prothèse, mais il ne voyait personne prêt à prendre des risques pour aider les amputés. Son parcours l'a donc conduit à fonder [Quorum Prosthetics](#), une entreprise de prothèses qui fabrique des bras et des jambes prothétiques, des attelles sur mesure et les emboîtures réglables imprimées en 3D Quatro. Au fil du temps, l'entreprise n'a cessé d'explorer l'utilisation des technologies de fabrication numérique pour offrir aux amputés une prothèse adaptée à leurs besoins. Si nous en parlons aujourd'hui, c'est parce que l'expérience de Johnson nous a permis de comprendre les étapes de la fabrication numérique de dispositifs spécifiques aux patients imprimés en 3D.

L'histoire de **Quorum Prosthetics** est en elle-même un parcours de résilience. Nous partageons son histoire aujourd'hui parce que « la fabrication additive est un véhicule pour [ses] idées », pour reprendre les termes de Johnson. Cependant, en 1998, lorsque l'entreprise a été fondée, ce n'était pas le cas. Il a fallu à Johnson beaucoup d'investissement, d'énergie et de confiance dans l'expertise en ingénierie pour amener son entreprise là où elle est aujourd'hui - oui, parce que Johnson n'est pas ingénieur de formation. « Il y a huit ans, j'avais une idée de ce que je voulais



que Quorum réalise. Nous voulions normaliser une bonne conception pour les prothèses, car il était difficile de reproduire soigneusement les prothèses existantes. [Des techniques de fabrication conventionnelles telles que la résine de stratification et le plâtre, nous avons franchi le pas vers la FA en 2019. Aujourd'hui, avec un modèle de fabrication distribuée, nous pouvons aider les amputés au-delà de nos frontières] », ajoute le fondateur.

D'un point de vue plus pratique, il est important de comprendre que retrouver la mobilité passe par une prothèse à la fois fonctionnelle et bien adaptée. Un processus de fabrication conventionnel nécessiterait l'utilisation d'un moulage en plâtre personnalisé pour le patient et une stratification à l'aide de carbone et de résine. « Le problème est que, même si l'emboîture finale est confortable, le processus de fabrication est imprécis pour la reproduction », a déclaré Johnson à 3D ADEPT Media. Sans compter que la forme et le volume peuvent changer avec le temps, provoquant une sorte de pression ou d'inconfort pour le porteur.

L'emboîture Quatro de Quorum Prosthetics est basée sur une conception brevetée qui permet aux porteurs d'adapter le volume et la compression à l'aide de bobines réglables et de cellules de confort interchangeable. La vérité est que le processus pour y parvenir exige un flux de travail numérique méticuleux et complet. Commentant le développement de tels dispositifs spécifiques au patient dans le domaine des prothèses et des orthèses, Johnson explique que chaque étape du flux de travail numérique est « impérative pour garantir la création d'emboîtures prothétiques, telles que l'emboîture Quatro, qui s'intègrent parfaitement à l'anatomie du patient, optimisent le confort et améliorent la fonctionnalité ».

Quelles sont ces étapes ?

D'un point de vue très technique, les étapes de la fabrication numérique peuvent être regroupées en 3 étapes principales :

- Numérisation 3D et création d'un modèle numérique
- Impression et traitement
- Ajustement du patient

Chez Quorum Prosthetics, l'ensemble du processus de fabrication, de l'évaluation du patient à l'évaluation des résultats, se déroule

en 10 étapes. Ces étapes sont les suivantes :

- **L'évaluation du patient** : Tout prestataire de soins de santé conviendra que cette étape est évidente car elle permet de mieux comprendre les besoins et les exigences spécifiques du patient et de recueillir des données médicales pertinentes telles que les mesures du membre résiduel, l'état de la peau et les capacités fonctionnelles.

- **Numérisation 3D** : Cette étape permet de saisir avec précision la forme et les contours du membre résiduel. En général, la tomographie informatisée (CT), l'imagerie par résonance magnétique (IRM), les rayons X et les scanners 3D portables peuvent être utilisés pour saisir les détails de l'anatomie du patient. Cette représentation numérique devient la base des étapes suivantes du processus de FA.

- Quorum utilise un **scanner 3D Artec** pour effectuer cette tâche.

- Création d'un **modèle numérique** : Le concepteur utilise ensuite un logiciel spécifique pour convertir les données du scanner 3D en un modèle numérique. Certains ajustements basés sur l'anatomie du patient peuvent également être effectués

à ce stade.

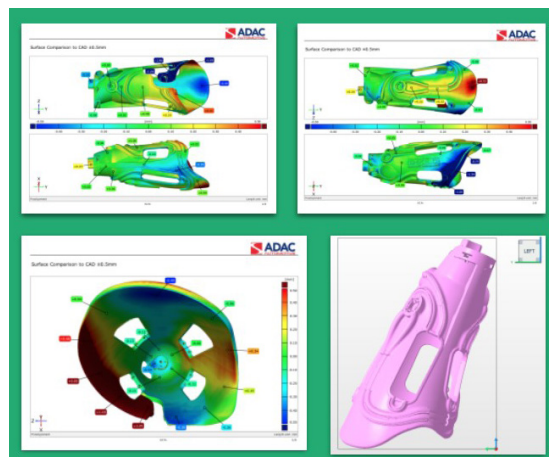
- **Conception de l'emboîture** : Le niveau de sophistication du logiciel de conception est crucial à ce stade, car il détermine si le processus reste manuel ou s'il évolue vers une automatisation partielle ou complète. Cette phase de modélisation numérique permet une précision inégalée, garantissant que la prothèse finale se conforme parfaitement à l'anatomie individuelle et aux exigences du patient.

Avec l'aide de Geomagic Freeform, ils peuvent concevoir l'emboîture et intégrer des caractéristiques telles que des zones de soulagement de la pression, des mécanismes de suspension et des renforts. Johnson a expliqué qu'il détenait **un brevet pour l'emboîture Quatro**, qui répondait à des exigences précises en matière de conception, et que Freeform était la solution idéale pour répondre à ces exigences. Freeform permet essentiellement de créer des emboîtures sur mesure pour chaque patient, ce qui donne des formes uniques pour chacun d'entre eux. Cependant, la disposition standardisée des lignes d'ajustement et l'ensemble du système Quatro dans Freeform rationalisent le processus

de conception, le rendant efficace et simple. Plus important encore, avec les méthodes conventionnelles, le développement d'un design d'emboîture de cette nature pourrait prendre jusqu'à 12 heures. Or, l'équipe de Quorum peut finaliser une conception en une fraction de ce temps, **généralement en quatre à six heures**.

- **La préparation de la fabrication** nécessite, par exemple, de confirmer que tous les modèles numériques se trouvent dans les limites du lit d'impression.

- **Fabrication** : Quorum s'appuie sur HP Multi-Jet Fusion pour fabriquer ses prises de courant. Tout autre procédé de FA pourrait être évalué pour s'assurer que la pièce finale est biocompatible et qu'elle offre la résistance et le poids idéaux. Cela dit, il existe des différences importantes au niveau de la géométrie lorsqu'on compare une emboîture fabriquée de manière traditionnelle et une emboîture fabriquée avec le procédé MJF. D'autres différences concernent les points de connexion et l'épaisseur (la fibre de carbone doit avoir une épaisseur uniforme de 6 mm en s'appuyant sur 4 couches de fibres tissées et 2 bases de résine).



- **Contrôle de la qualité** : Au-delà du respect des normes de qualité et des spécifications, il s'agit de garantir la précision et le confort de l'utilisateur. Il convient de noter qu'il n'existe pas de protocole d'essai officiel pour tester les performances des emboîtures. C'est pourquoi les prestataires de soins de santé s'appuient souvent sur diverses méthodologies d'essai. La **norme ISO 10328:2016**, par exemple, spécifie des procédures pour les essais de résistance statique et cyclique sur les prothèses de membres inférieurs.

Les charges composées dans l'échantillon d'essai se rapportent aux valeurs maximales des composantes de la charge qui se produisent normalement à différents

moments pendant la phase d'appui de la marche.

- **Assemblage et personnalisation** : Les exigences esthétiques et fonctionnelles doivent être satisfaites à ce niveau.

- **Mise en place et réglage** : Après avoir installé l'emboîture sur le membre résiduel du patient, il est encore possible de procéder à quelques ajustements. Si nécessaire, Quorum ajoute par exemple des cellules de confort dans les perforations de l'embout intérieur flexible afin de fournir au patient un coussin supplémentaire.

- **Évaluation des résultats** : tout au long du processus, l'équipe Quorum suit le patient pour évaluer les

performances de l'appareil dans des scénarios réels.

Conclusion?

Si les prestataires de soins de santé peuvent être confrontés à des pénuries de main-d'œuvre et à des problèmes de capacité de production lorsqu'ils recourent à la FA, les avantages de l'utilisation de la technologie pour les prothèses imprimées en 3D sont ceux que vous connaissez déjà, si vous connaissez la technologie : **personnalisation, amélioration du confort, réduction du temps de production et de la rentabilité.**

D'ailleurs, en ce qui concerne le facteur coût, les emboîtures réglables de Quorum peuvent désormais être prises en charge par les compagnies d'assurance dans le cadre de l'ajustement du volume des prothèses.

Au fur et à mesure de son évolution, la FA continuera à remodeler le paysage des prothèses, en offrant une nouvelle accessibilité et en améliorant le bien-être général des personnes dans le besoin. Avec plus de **57,7 millions de personnes** vivant avec une amputation de membre due à des causes traumatiques dans le monde, j'espère voir émerger davantage de « prothèses Quorum » à travers le monde.



RESTEZ CONNECTÉ POUR TOUTES LES INFOS SUR L'IMPRESSION 3D MÉDICALE

Préparez-vous à découvrir des informations importantes dans le domaine de l'impression 3D médicale. Les experts de ce domaine font la distinction entre les soins médicaux et les soins de santé. Alors que les soins médicaux sont un service, les soins de santé sont une industrie ou un système plus large, dont les soins médicaux ne sont qu'une partie. Dans cette section, les deux termes sont souvent utilisés de manière interchangeable pour discuter de l'influence des technologies de fabrication additive.

Si des questions subsistent quant à la vulgarisation de la fabrication additive dans les soins de santé, aux politiques de remboursement des dispositifs médicaux imprimés en 3D ou aux réglementations, nous ne pouvons passer sous silence le nombre croissant d'applications réalisées dans ce domaine. En fin de compte, plus il y a d'applications, plus il y a de chances de parvenir à un consensus sur l'utilisation réglementée de la technologie.

Découvrez les dernières technologies d'impression 3D conçues pour ce domaine ainsi que les applications clés qui favorisent la croissance de la FA dans le secteur des soins de santé et de la médecine.





solukon



For delicate structures

SFM-AT350-E

NEW

with piezoelectric excitation

in ultrasonic range

NEW

- self-regulating excitation
- avoiding harmful vibrations
- silent process
- minimized compressed air consumption

solukon.de



LITHOZ DISCUTE DE L'UTILISATION DE L'IMPRESSION 3D DE CÉRAMIQUES POUR LES OUTILS CHIRURGICAUX ET DE L'IMPORTANCE DE CHOISIR LA BONNE USINE D'IMPRESSION 3D.

Au cours des sept dernières années, j'ai eu le plaisir de voir l'impression 3D de céramiques appliquée à des domaines de plus en plus variés : soins de santé et médecine, aérospatiale, énergie, architecture et même art. De tous ces domaines, je reste fascinée par les applications de cette technologie dans les domaines de la santé et de la médecine. Si vous vous intéressez de près ou de loin à l'impression 3D en céramique, vous savez probablement déjà que l'éventail des technologies d'impression 3D en céramique permettant de telles applications est très large. Mais pour être honnête avec vous, je dois probablement ma fascination pour ce secteur aux technologies de Lithoz – et je vais vous dire pourquoi.

Si vous êtes un lecteur régulier de 3D ADEPT Media, le nom de Lithoz vous dit probablement quelque chose. Avec plus d'une décennie d'activités dans le domaine de la FA, une acquisition et trois technologies propriétaires (LCM, LIS, LSD Print), le travail de Lithoz a été validé dans trois industries verticales principales : médicale, aérospatiale et spatiale, et semi-conducteurs. Dans tous ces domaines, l'entreprise a démontré que sa technologie LCM, leader sur le marché, est devenue un candidat prometteur pour la production dans les secteurs des soins de santé et de la médecine.

Si vous n'êtes pas encore familiarisé avec la technologie LCM (lithography-based ceramic manufacturing), sachez qu'il s'agit d'un processus au cours duquel des particules de céramique sont dispersées dans une résine photosensible. Cette dispersion est ensuite solidifiée par la lumière, couche par couche, pour former une pièce. La pièce subit ensuite un processus de frittage pour développer ses propriétés céramiques et peut être utilisée pour son usage final.

Au fil des ans, l'entreprise autrichienne a élargi le champ d'application de cette technologie avec la mise sur le marché de nouveaux matériaux, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles applications en dentisterie. Dans ce qui est devenu notre traditionnel tête-à-tête, Daniel Bomze, directeur des solutions médicales, m'a expliqué ce qui se passe en coulisses depuis

que l'entreprise a dévoilé son matériau à base de disilicate de lithium.

« Tout se résume en trois points principaux :


Tout d'abord, les applications d'impression 3D pour des restaurations dentaires hautement esthétiques avec notre matériau à base de disilicate de lithium gagnent du terrain dans le domaine dentaire. Nous continuons à recevoir un intérêt considérable pour ces applications dans le monde entier. Notre dernière participation au LMT Lab Day à Chicago témoigne de cet intérêt. Ce marché continuera à connaître une forte traction à l'avenir, car il met en évidence une nouvelle méthode de fabrication après des décennies dans ce domaine.

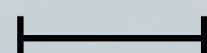
Nous avons également été impliqués dans plusieurs projets intéressants où nous avons pu repousser les limites de ce qui est possible avec notre impression 3D céramique multi-matériaux. »



Credit: Lithoz



 Rasoir pour genoux

 10 mm

Pour rappel, Lithoz a lancé en 2023 l'imprimante 3D CeraFab Multi 2M30, une imprimante 3D capable de traiter des matériaux aux propriétés opposées comme la conductivité et l'isolation en une seule impression, créant ainsi la prochaine génération de pièces multifonctionnelles imprimées en 3D, ce qui était auparavant irréalisable avec un niveau de complexité.

« En ce qui concerne le domaine de la santé, nous nous sommes particulièrement concentrés sur les solutions de remplacement osseux multi-matériaux », explique Bomze. « Un exemple qui mérite d'être mentionné ici est l'augmentation mandibulaire après une atrophie osseuse qui, jusqu'à présent, a toujours consisté en un seul matériau. Normalement, vous avez

un matériau de remplacement osseux et, par-dessus, vous avez toujours besoin d'une sorte de membrane pour empêcher la croissance prématurée des tissus mous. En effet, si un tissu mou comme la gencive pousse dans l'échafaudage, il n'y aura pas d'espace résiduel pour l'os lui-même. Cela est possible parce que l'os se développe beaucoup plus lentement que les tissus mous. C'est pourquoi, dans le cadre d'un projet de recherche, nous avons combiné un matériau à résorption rapide comparable, comme le phosphate tricalcique, avec un autre très bon matériau bioactif, l'hydroxyapatite, sur l'enveloppe extérieure, afin d'obtenir une membrane en céramique. Cette membrane céramique doit empêcher la croissance des

tissus mous pendant la phase de cicatrisation. Nous sommes très satisfaits des résultats obtenus jusqu'à présent ; nous espérons partager bientôt plus de détails sur ce projet.

Le troisième sujet qui a fait l'objet de beaucoup d'attention ces derniers temps est celui des outils chirurgicaux, tels que les fraises et les rasoirs, ainsi que d'autres applications similaires. Nous avons découvert que nous avons touché le point sensible de l'industrie, car il est souvent difficile d'obtenir une qualité élevée dans la fabrication traditionnelle, et nous sommes très fiers de pouvoir atteindre une productivité élevée avec une grande liberté de conception grâce à l'impression 3D de céramique », ajoute-t-il.

L'impression 3D en céramique et les applications dans le domaine de la santé : les outils chirurgicaux en point de mire

Au fil des ans, nous nous sommes rendu compte que les applications de l'impression 3D en céramique dans le secteur de la santé pouvaient être explorées sous quatre angles principaux : les applications dans les soins médicaux extracorporels, telles que les modèles médicaux et les aides à la rééducation, les dispositifs médicaux, les applications liées aux matériaux biologiquement actifs et biodégradables, telles que les échafaudages implantables à long terme pour l'ingénierie tissulaire ou les matériaux bioactifs pour la régénération et la réparation des tissus, ainsi que la bio-impression.

Il est intéressant de noter que la toute première série d'applications est actuellement utilisée dans des contextes cliniques à travers le monde et joue un rôle crucial dans la planification chirurgicale, l'amélioration de l'efficacité chirurgicale et l'augmentation des taux de guérison.

Ce que j'apprécie particulièrement dans l'approche de Lithoz, c'est que son équipe d'ingénieurs médicaux ne se contente





Implant multimatériaux pour l'augmentation de la crête mandibulaire – Credit: Lithoz.

pas de faire un effort supplémentaire pour améliorer le processus de fabrication, en tenant compte des limites des processus de fabrication conventionnels, mais qu'elle prend également en compte les limites existantes de sa technologie propriétaire. En fin de compte, ne dit-on pas : « Comparez-vous à ce que vous étiez hier » ?

Bomze souligne ici que « les outils chirurgicaux ont suscité un vif intérêt de la part des professionnels de la santé parce qu'il est désormais possible d'améliorer considérablement les propriétés mécaniques des céramiques haute performance imprimées en 3D. C'est quelque chose qu'il n'est pas facile d'obtenir par la fabrication conventionnelle, étant donné que les matériaux ne présentent pas toujours les propriétés souhaitées. »

Parlant de leur technologie LCM et de la façon dont ils ont été en mesure de pousser ses capacités, il ajoute : « Nous avons également pu élargir la fenêtre de traitement de certains de nos matériaux. Cela signifie qu'avec le même matériau, nous pouvons produire des pièces très délicates avec des caractéristiques minuscules ainsi que des pièces volumineuses qui sont vraiment robustes et destinées à des applications porteuses (une articulation artificielle de la hanche, par exemple). Il y a un an, nous aurions dit aux professionnels de la santé que cette « épaisseur de paroi » n'est pas possible à réaliser avec notre technologie LCM. Grâce aux progrès réalisés dans le domaine des matériaux, nous pouvons aujourd'hui mettre au point des articulations artificielles de la hanche sur mesure ou spécifiques au patient. »

Pour donner un exemple d'outil chirurgical pour lequel l'impression 3D céramique offre un meilleur moyen de fabrication par rapport à une approche de fabrication conventionnelle, le directeur médical de Lithoz m'a fait imaginer un scénario de la vie réelle.

« Imaginez un athlète qui s'est blessé au niveau du genou en faisant du jogging. Si le ménisque se déchire, il peut s'incruster avec le temps et cette incrustation peut éventuellement entraîner des douleurs et limiter la mobilité. Dans la mesure du possible, le chirurgien essaiera de le traiter de manière conventionnelle, mais à un moment donné, ce traitement conventionnel ne suffira pas. Le médecin devra procéder à une chirurgie mini-invasive en pratiquant de petites incisions dans plusieurs parties du genou et en insérant différents types d'outils afin de retirer le ménisque déchiré ou lésé. Les outils utilisés pour cette application spécifique sont connus sous le nom de rasoirs de genou.

Selon la manière dont le chirurgien utilise l'appareil, celui-ci va pénétrer dans le tissu ou retirer une quantité superficielle de tissu, tout le tissu retiré étant aspiré par le grand canal central. Cet outil spécifique comporte également plusieurs canaux de diamètres différents sur la face supérieure, qui servent à rincer le site de l'opération avec un liquide de rinçage, tandis que le canal central supérieur contient une fibre de verre (guide de lumière) pour éclairer la zone opératoire. Cela devrait permettre au chirurgien d'avoir une meilleure vue et un meilleur contrôle, et de n'enlever que ce qui est déchiré et non les tissus sains. La FA permettra de produire un outil aussi complexe tout en réduisant considérablement les étapes d'assemblage nécessaires ».

En termes simples, l'idée d'utiliser la FA au niveau de la fabrication est de réduire le nombre de débris pendant

l'opération, ce qui permet d'éviter plus facilement les cicatrices accidentelles qui auraient pu se produire lors d'une opération traditionnelle. Sans oublier que la FA offre une durabilité maximale avec un effort de production minimal.

Une méthode de fabrication conventionnelle aurait nécessité l'utilisation du fraisage et de la pression isostatique à chaud (HIP) pour usiner le dispositif spécifique avant son utilisation finale.



La perspective de la fabrication

L'exemple de Bomze m'a amené à m'interroger sur les différentes exigences de fabrication dans un environnement médical. Dans ce secteur, il est facile de parler de l'importance d'une usine de FA dans un environnement industriel. Dans un environnement médical ou de soins de santé, j'étais curieuse de savoir à quoi cela ressemblait.

« Tout d'abord, les chirurgiens obtiennent leurs pièces imprimées en 3D auprès des fabricants d'appareils médicaux, qui restent les principales cibles de Lithoz dans ce secteur », précise Bomze. Ceci étant dit, il existe une grande variété d'entreprises qui seraient en mesure de construire une usine de FA pour les dispositifs médicaux.

Les composants clés d'une usine de FA peuvent donc inclure une imprimante 3D standard et des matériaux de post-traitement thermique qui répondent aux exigences en termes de biocompatibilité. Il va sans dire qu'il est possible de faire évoluer cet équipement en fonction des besoins.

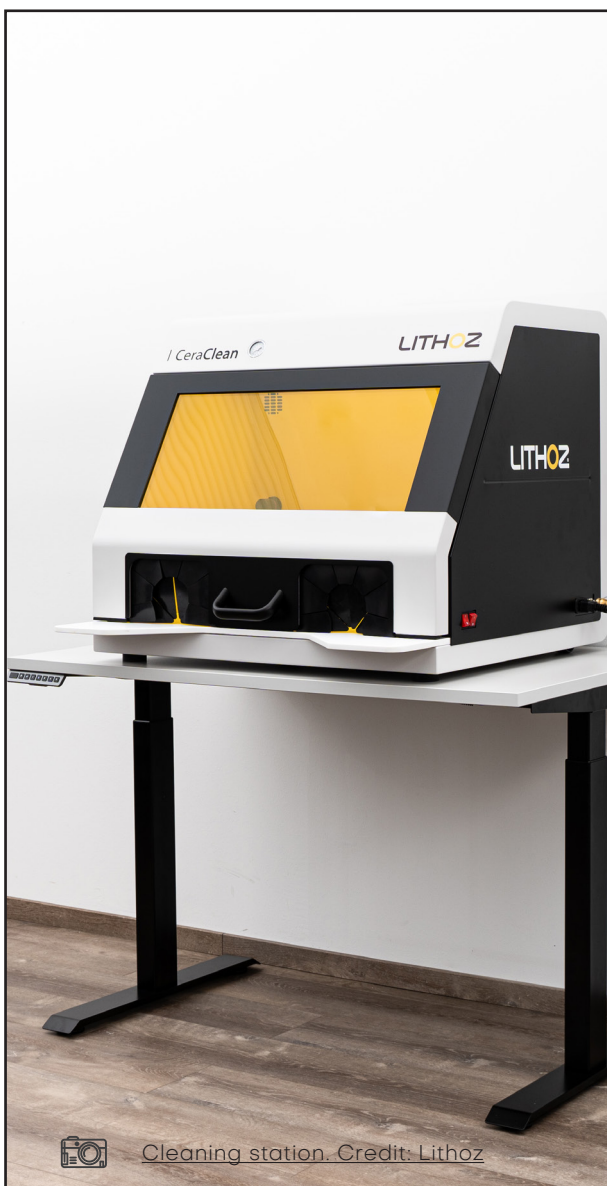
« Ce qu'il faut retenir, c'est que cette usine d'AM – si elle est composée du bon équipement – vous permettra d'atteindre la liberté de conception tout en économisant du temps et des coûts là où c'est nécessaire. Il ne s'agit pas seulement de l'imprimante 3D, mais aussi de normes de qualité de A à Z qui peuvent vous aider à obtenir des résultats prévisibles et reproductibles dans la production en série.

Ce que nous avons appris au cours des 13 dernières années, c'est qu'un résultat prévisible et reproductible est important pour la plupart de nos clients. C'est encore plus important dans la fabrication de dispositifs médicaux, car les fabricants de pièces doivent obtenir le même résultat à chaque fois. Dans cette optique, il est de notre devoir, en tant que fabricants d'usines de FA, d'offrir la possibilité d'une documentation automatisée du processus de production, ainsi que des conceptions intelligentes de nos appareils et logiciels afin d'éviter les erreurs humaines ».

Avec son éventail de technologies et l'un des plus grands portefeuilles de matériaux de l'industrie, Lithoz peut s'enorgueillir d'avoir développé un portefeuille technologique qui pourrait répondre aux exigences de production au-delà de l'industrie des soins de santé.

Même si les comparaisons de coûts et de performances entre une usine de FA de Lithoz et une autre usine (utilisant des processus de fabrication conventionnels ou d'autres technologies de FA) sont trop vastes et complexes pour être abordées dans cet article, je crois fermement que les applications discutées aujourd'hui et les partenariats que l'entreprise signe continuellement dans l'industrie des soins de santé témoignent du potentiel de ses solutions.

En fin de compte, qu'il s'agisse de restaurations dentaires, d'outils chirurgicaux ou d'implants, le parcours de Lithoz montre que des progrès sont réalisés dans la recherche et l'application de la technologie d'impression 3D de céramiques dans le secteur de la santé. Le fait d'avoir pu assister à son développement, étape par étape, me conforte dans l'idée que ses meilleurs jours sont encore à venir.



ENCORE PLUS DE DOSSIERS

A travers chaque dossier, nous fournissons une analyse approfondie des questions qui sont au cœur de l'industrie de la fabrication additive (FA).

Pour ce faire, nous collaborons avec des spécialistes de l'industrie afin de produire un contenu qui vise à démystifier les complexités entourant les technologies de fabrication additive (FA) et à relever les défis auxquels sont confrontées les industries verticales qui adoptent ces technologies :

- ✓ Adoption de l'impression 3D
- ✓ Recherche et développement
- ✓ Réglementation
- ✓ Fabrication additive métal
- ✓ Post-traitement pour la FA
- ✓ Matériaux pour la FA / l'impression 3D
- ✓ Logiciels pour la FA
- ✓ Voix de l'industrie



Focus - Solukon

L'EFFET DE L'EXCITATION PIÉZOÉLECTRIQUE DANS UN PROCESSUS DE DÉPOUDRAGE AUTOMATISÉ : LE CAS DES PIÈCES MÉDICALES IMPRIMÉES EN 3D.



Aperçu d'un test de dépoudrage avec une plaque de construction de pièces médicales imprimées en 3D

Une fois que vous avez décidé qu'une machine d'enlèvement de poudre automatisée est le bon appareil pour vos pièces (médicales) imprimées en 3D, l'étape suivante peut être assez stressante : prendre la bonne décision lorsqu'il s'agit d'acheter une machine qui garantira la sécurité de vos produits et de votre personnel, réduira le risque de défaillance des produits et, plus important encore, sera conforme aux normes de l'industrie. C'est la raison pour laquelle, dans un autre article, nous avons examiné les caractéristiques techniques indispensables d'un système automatisé d'élimination des poudres. Le fait est que plus le marché progresse, plus de nouvelles fonctionnalités sont développées et plus les exigences des clients deviennent complexes et rigoureuses. À ce stade, une expérience personnalisée résultant d'un test d'enlèvement de poudre peut contribuer à faire pencher la balance en faveur d'une machine ou d'une autre et à confirmer la certification pour une utilisation dans une industrie donnée ou pour une application donnée. Pour comprendre comment un tel test est réalisé, nous avons demandé à Solukon Maschinenbau GmbH quelque chose d'inhabituel : partager des informations sur un test d'enlèvement de poudre réalisé pour l'un de ses clients actifs dans les secteurs de la médecine et des soins de santé.

L'expertise principale de Solukon reste l'enlèvement de poudre automatisé pour la FA. Pour cet article, le test de dépoudrage a été réalisé sur le dernier système de la société - le SFM-AT350-E pour les pièces de taille moyenne jusqu'à 60 kg - en collaboration avec le Swiss m4m Center, un centre de transfert de technologie qui exploite la FA pour les industries médicales et dentaires. En tant que défenseur des technologies de FA, nous avons suivi le parcours de Swiss m4m dans le domaine de la FA depuis ses débuts.



Solukon - SFM-AT350-E

Aperçu du tout nouveau SFM-AT350-E et des applications au cœur du test

Conçue pour les pièces métalliques imprimées en 3D, la SFM-AT350-E est une version améliorée de la machine de dépoudrage automatisée SFM-AT350. Dévoilée l'année dernière lors du salon Formnext 2023, la nouvelle machine est dotée de trois améliorations clés : une compatibilité totale avec le logiciel intelligent d'enlèvement de poudre SPR-Pathfinder®, des fonctions améliorées de l'outil d'usine numérique ainsi qu'une excitation piézoélectrique.

Si le logiciel SPR-Pathfinder® et le Digital Factory Tool sont désormais des caractéristiques bien connues des systèmes d'enlèvement de poudre de Solukon et sont également disponibles pour la machine standard SFM-AT350, l'outil d'excitation piézoélectrique reste pour la plupart des utilisateurs une solution unique et spéciale sur le terrain.

Lors du lancement, Solukon a expliqué que l'excitation provient directement de la table rotative du système de dépoudrage automatisé, ce qui permet de déplacer la pièce dans la plage de vibration optimale avec une grande précision. Les hautes fréquences de l'excitation électronique sont considérablement plus élevées que la fréquence naturelle nocive de la pièce. Comme la fréquence se contrôle et se régule en permanence, le risque d'exciter la fréquence de résonance et

d'endommager des structures sensibles est évité. Le test a été réalisé avec plusieurs pièces médicales imprimées en 3D fournies par Swiss m4m : des cotyles de hanche, des cages vertébrales et des instruments médicaux.

« Les cotyles de hanche sont une application très typique. Les structures en treillis caractéristiques permettent la croissance des tissus. De même, les cages vertébrales permettent de rigidifier la colonne vertébrale en cas d'instabilité (hernie discale, par exemple). Les instruments médicaux sont utilisés comme prototypes pour les essais en salle humide. Leurs structures de support complexes avec de nombreux canaux longs et étroits sont les plus difficiles à dépeussier », explique Marco Flury, chef de projet chez Swiss m4M. Comme vous le verrez ci-dessous, Swiss m4M a fourni à Solukon différentes données sur ces pièces.

Globalement, le test a permis d'identifier les considérations spécifiques à prendre en compte pour ces applications ainsi que les spécifications clés liées à l'outil d'excitation piézoélectrique.

Le test d'enlèvement de poudre: 6 étapes clés

Selon **Hemank Raj**, ingénieur en développement de processus chez Solukon, le test d'enlèvement de poudre nécessite d'évaluer les données de la machine, les données des composants, le contrôle visuel avant le nettoyage, d'exécuter la procédure de nettoyage, d'évaluer les résultats du nettoyage et d'assurer un contrôle visuel après l'étape de nettoyage.

1. En ce qui concerne les données machine, il est important de noter que l'alliage utilisé pendant le test n'est pas classé comme réactif. Le processus a été réalisé dans une atmosphère non inerte.

2. En ce qui concerne les données relatives aux composants, Swiss m4m a partagé des informations relatives aux mesures des pièces (L x L x H), à la plaque de construction, à l'épaisseur de la plaque de construction, au poids (y compris la plaque de construction), à la configuration des trous et au matériau. Les chiffres se traduisent comme suit :

Mesures de la pièce	Cupules de hanche de Ø60 mm avec structures en treillis (pores de 0,3 à 0,9 mm) 23 x10 x10 mm cages vertébrales (pores de 0,3-0,9 mm) Les pièces les plus hautes sont des instruments médicaux d'une hauteur d'environ 70 mm en Z avec des structures de support complexes (plus petit diamètre <1 mm)
Mesures de la plaque de construction	Plaque de construction ronde. Diamètre 204 mm.
Épaisseur de la plaque de construction	23 mm
Poids y compris le poids de la plaque de construction	Approx. 13 kg
Schéma des trous de la plaque de construction	Plaque de construction TRUMPF TruPrint 2000. Pas de trous traversants.
Matériau	Acier inoxydable 17-4 PH

3. Le contrôle visuel a révélé qu'il n'y avait pas de dommage visuel, ni de morceaux de poudre sur la plaque de construction, ce qui signifie que le matériau peut résister à l'absorption d'humidité. Cependant, les structures des pièces semblaient entièrement remplies de poudre.

osseointegration structures on hip cups

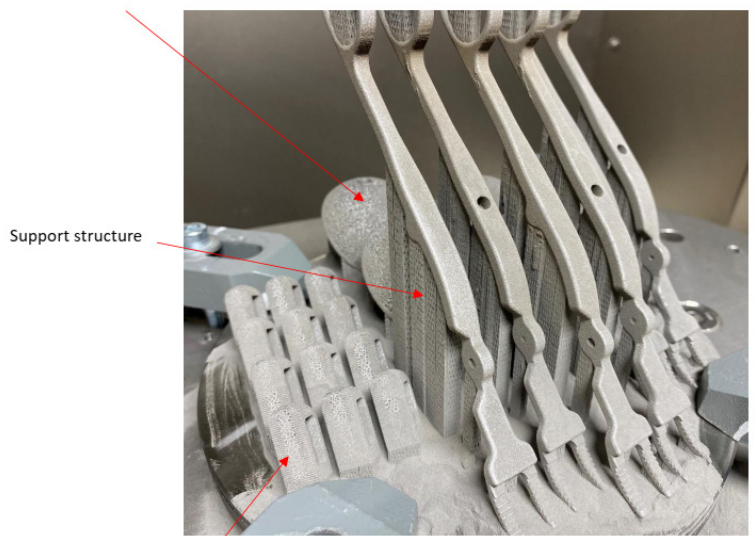


Figure 3

Spinal cages with complex filling structures

Légende : Les pièces les plus complexes à dépeussier sont les zones indiquées sur l'image ci-dessus.

Pendant la phase de nettoyage, la plaque de construction a été montée sur le plateau rotatif à l'aide de quatre pinces.

Chaque partie de ce processus a été bien chronométrée et dure environ 17,5 minutes – depuis le chargement de la pièce, le nettoyage en mode automatique, le nettoyage de la pièce à l'aide d'un pistolet à air, la vérification des résultats du nettoyage jusqu'au déchargement de la pièce.

Pour ceux qui connaissent le processus de dépeussierage basé sur l'excitation pneumatique, il est important de noter que les étapes de nettoyage sont similaires à celles d'un processus de dépeussierage basé sur les ultrasons.

Raj a toutefois attiré notre attention sur un avantage essentiel : « Il n'est pas nécessaire de définir des paramètres d'excitation, car le système d'enlèvement de poudre définit automatiquement la meilleure excitation (= fréquence autorégulatrice). En outre, le processus s'est déroulé dans un volume maximal de 53,6 dB (pour référence : une conversation normale = 60 dB), ce qui est très silencieux. Le processus d'excitation ultrasonique s'accompagne d'une consommation minimale d'air comprimé ».

(Cela dit, en termes de caractéristiques technologiques, un processus de dépeussierage basé sur l'excitation pneumatique est accompagné d'un cogneur à haute fréquence programmable pour dissoudre les amas de poudre et la technologie SPR intègre une combinaison de rotation et de vibration).

Comme expliqué ci-dessus, le test a confirmé que l'outil d'excitation piézoélectrique excite la pièce imprimée en 3D à une fréquence ultra-élevée. Selon Raj, cette accélération est énorme alors que l'amplitude est minime. En raison de l'accélération à cette fréquence, la poudre perd son adhérence et glisse de la surface.

L'équipe a réalisé que le SFM-AT350-E s'est avéré être le candidat idéal pour le dépeussierage des structures délicates et fragiles. Sans oublier qu'avec « l'outil numérique de l'usine, nous avons accès à toutes les données de dépowdering pertinentes (par exemple, la température dans la chambre de la machine, l'humidité et tous les préreglages spécifiés par le client) – ce qui est crucial pour les industries sensibles aux données telles que MedTech », ajoute Raj.

4. Après **la phase de nettoyage**, l'équipe a vérifié les résultats du nettoyage par contrôle visuel et en soufflant dans l'ouverture des pièces avec de l'air comprimé.

Non seulement ils n'ont trouvé aucun résidu de poudre dans les structures complexes, mais la poudre recouvrant la surface du composant a été enlevée par soufflage. Toutefois, pour éviter tout résidu de poudre mineur qui pourrait avoir été laissé à l'intérieur des structures complexes, ils recommandent de procéder à un nettoyage final (par ultrasons) avant d'utiliser la pièce imprimée en 3D ou avant l'étape suivante du processus de fabrication.

Au total, Flury de Swiss m4m a récupéré 977 grammes de poudre lors de ce test.

5. Enfin, **l'inspection visuelle** n'a révélé aucun dommage ni aucun reste de poudre. Toutes les pièces étaient encore bien fixées à la plaque de substrat.



Marco Flury - Project Manager at Swiss m4M



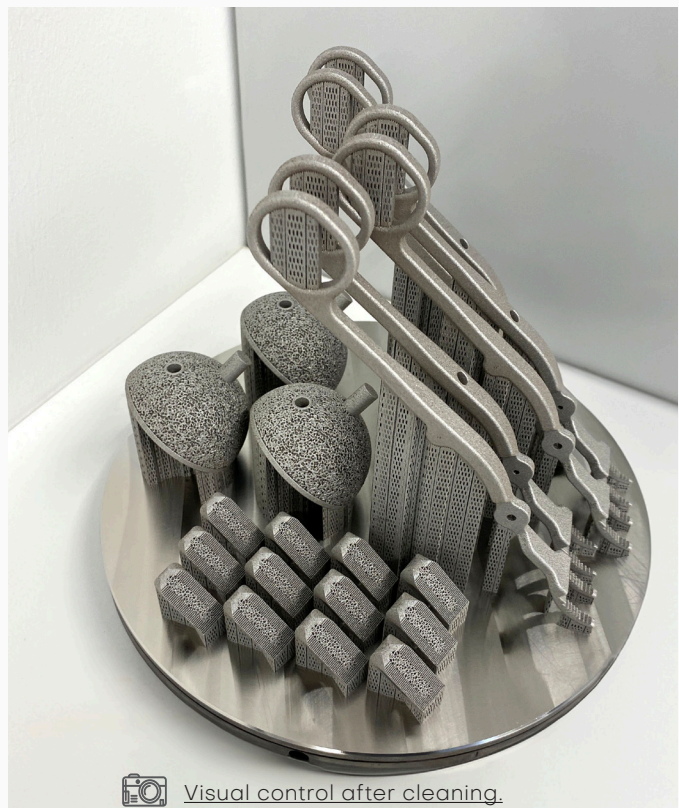
Hemank Raj - Process Development Engineer at Solukon

Conclusions

Tout d'abord, il est essentiel de garder à l'esprit que le temps et les chiffres décrits dans cet article ne concernent que le processus de dépoussiérage des pièces médicales imprimées en 3D réalisé dans le cadre de ce test. Cela signifie que les opérateurs doivent être attentifs aux données et aux spécifications de chaque pièce imprimée en 3D qu'ils devront dépoussiérer. En fin de compte, même si le SFM-AT350-E et son outil d'excitation piézoélectrique présentent des avantages avérés par rapport à l'enlèvement de poudre conventionnel avec excitation pneumatique, quelques nuances peuvent être observées pour les pièces imprimées en 3D produites dans d'autres industries ou pour d'autres applications médicales.

Comme le note Raj par exemple, « *par rapport à l'excitation pneumatique avec une turbine ou un heurtoir, l'accélération et la fréquence sont plusieurs fois plus élevées et l'amplitude beaucoup plus faible. (C'est pourquoi on ne constate aucune vibration/mouvement du composant pendant l'excitation). La fréquence d'excitation se situe entre 30 kHz et 38 kHz. Cela signifie que nous sommes bien au-delà des fréquences naturelles des composants. Cela permet d'éviter les oscillations et les dommages à la fréquence de résonance* ».

Entre sa capacité à assurer un processus d'enlèvement de poudre peu bruyant, son mode d'excitation autorégulé et sa consommation d'air comprimé minimisée, ce test révèle des atouts qui jouent en faveur de cette machine d'enlèvement de poudre automatisée dans le cadre de sa certification pour un environnement de production médical. Sans oublier que, même si le Digital-Factory-Tool et le logiciel SPR-Pathfinder® sont des outils optionnels, ils restent intéressants pour tirer le meilleur parti de cette machine. « *Grâce à une technologie spécialement développée, nous avons pu mettre en place une rotation sans fin de la table tournante dans le SFM-AT350-E et ainsi permettre l'utilisation illimitée du logiciel SPR-Pathfinder* », explique Andreas



Visual control after cleaning.

Hartmann, CEO/CTO chez Solukon.

Dans l'ensemble, « *les résultats suggèrent que le processus fonctionne aussi bien avec les alliages de titane. La forme d'excitation du SFM-AT350-E est idéale pour ce type de composants sensibles. Le processus de nettoyage est très court et il est possible d'atteindre un taux de cycle très élevé, puisqu'un seul nettoyage est effectué en moins de 7,5 minutes. Si nous supposons que le chargement et le déchargement prennent ensemble 10 minutes, vous pouvez viser quatre nettoyages par heure avec un seul système d'enlèvement de poudre (étant donné qu'aucune atmosphère inerte n'est nécessaire et que le temps d'inertage et le temps de maintien de la porte doivent être pris en compte)* », conclut M. Raj.

***Toutes les images : Avec l'aimable autorisation de Solukon**

mesago

formnext

19 – 22.11.2024
FRANKFURT / GERMANY

Shape the future of manufacturing

Demand for more complex, customized parts is rising fast. Product cycles are shortening, traditional supply chains are evolving, and the importance of sustainability continues to grow.

Additive Manufacturing offers you the solutions to meet these challenges and inspire your customers.

Stay ahead of the competition! Visit Formnext, the international expo and convention for Additive Manufacturing in Frankfurt am Main.

Where ideas take shape.

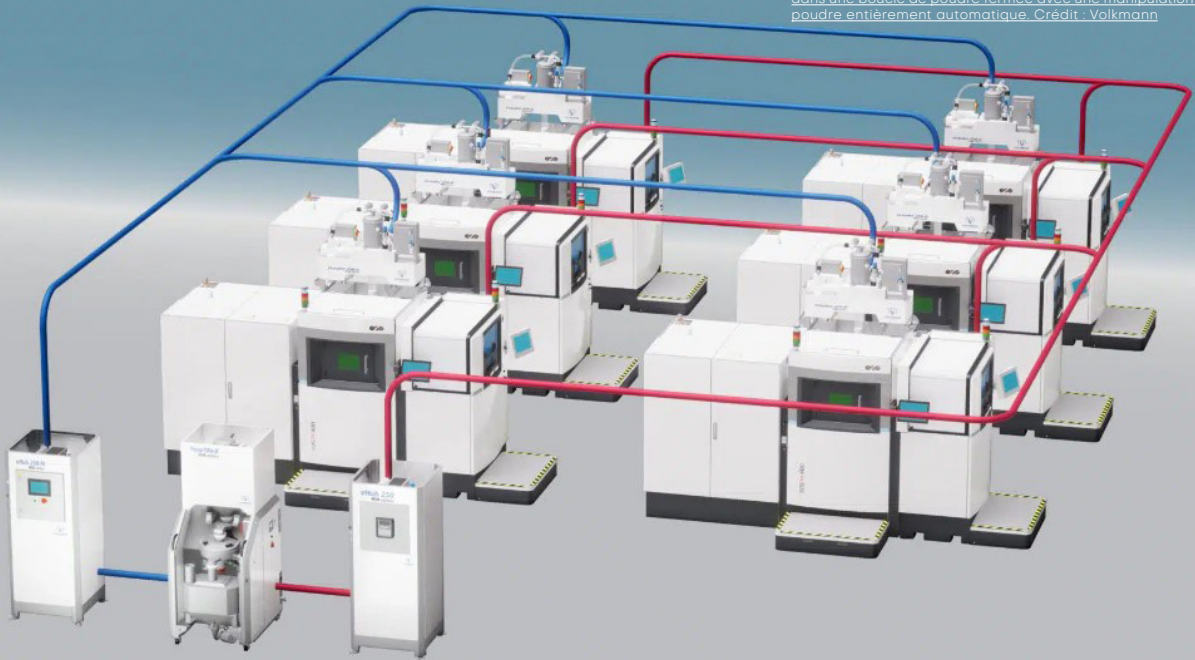
Early bird discount
until 22 October 2024

Secure tickets!
formnext.com/tickets

Honorary sponsor



Working Group
Additive Manufacturing



VOLKMANN GMBH SUR LE CONCEPT DE CIRCUIT FERMÉ DANS LE TRAITEMENT DES POUDRES POUR LES PIÈCES IMPRIMÉES EN 3D

Comme vous le savez peut-être déjà, une fois sorties de l'imprimante 3D, les pièces imprimées en 3D doivent subir une sorte de post-traitement (comme le retrait des supports, le culbutage, le sablage, le fraisage CNC, le trempage chimique ou même la manipulation de la poudre). Parmi ces tâches, la manipulation des poudres requiert une attention particulière en raison du temps et des coûts de production globaux, mais aussi des problèmes de sécurité que les poudres métalliques posent aux opérateurs. En explorant continuellement les capacités des différentes solutions disponibles sur le marché, nous avons réalisé que Volkmann GmbH est l'une des entreprises qui prônent l'automatisation complète de ce processus.

Volkmann est apparue sur notre radar lorsqu'elle a signé un [partenariat avec le fabricant d'imprimantes 3D EOS](#). Basée en Allemagne (Soest, Westphalie), l'équipementier est l'une de ces entreprises qui ont acquis une grande expertise dans un domaine antérieur avant d'entrer sur le marché de la FA. Dans ce cas précis, elle met à profit cinq décennies d'expertise dans le développement et la commercialisation de systèmes de transport sous vide pour le transport de poudres. Cette expertise a permis à l'équipe d'étendre son champ d'action à la manipulation des poudres dans l'industrie de la FA. Au fil du temps, l'entreprise a créé des normes pour le transport des poudres, le tamisage et la préparation des poudres, le dépoussiérage entièrement automatique, le mélange et le séchage des poudres. Pour comprendre les spécifications de leur solution de manipulation des poudres pour l'industrie de la FA, nous avons posé 4 questions clés à l'équipe.

En tant que lecteur régulier de 3D ADEPT Media, vous êtes peut-être déjà familier avec la [manipulation des poudres](#), cette étape du processus de fabrication destinée à transporter et à tamiser les matériaux qui n'ont pas été traités dans le travail de construction au cours du processus de fabrication.

Volkmann appelle le processus qui va du remplissage de l'imprimante 3D à la fermeture de la boucle un circuit fermé de manipulation des poudres. Après la phase de remplissage, ce circuit comprend le **déballage** et le

dépoussiérage, le nettoyage, le mélange de la poudre récupérée ainsi que le **tamponnage** de la poudre.

« Le circuit de la poudre commence par l'extraction de la poudre lorsque la pièce à construire est déballée dans l'imprimante 3D ou dans une station de déballage. L'étape suivante du processus est la préparation de la poudre par tamisage pour séparer les corps étrangers et les agglomérats, par exemple avec un système PowTRex de Volkmann. La boucle de poudre se termine par le remplissage de l'imprimante 3D avec la poudre préparée, par exemple à l'aide d'un **vLoader 250 de Volkmann** », explique l'entreprise.

« La pratique actuelle est un cycle de poudre utilisant des conteneurs tels que des bouteilles ou des conteneurs métalliques. Ceux-ci sont arrimés à une station, remplis, désarrimés et transportés à la station suivante. Au cours de chaque processus d'arrimage et de désarrimage, il y a un risque de rejet de poudre métallique et de poussière dans l'environnement, ou que des contaminants de l'environnement pénètrent dans le conteneur et contaminent la poudre métallique. En outre, les erreurs de l'opérateur et le mélange des conteneurs peuvent conduire à un lot incorrect ou à une contamination croisée. D'un point de vue économique, ces processus manuels sont longs et coûteux.

Dans un circuit de poudre fermé, la poudre est transportée ou convoyée entre les stations par des tuyaux. Un vide est utilisé à cet effet. Les risques pour

le produit, le personnel et l'environnement sont ainsi largement éliminés. Un circuit de poudre peut également relier plusieurs imprimantes 3D à une station centrale de préparation de la poudre, mais cela nécessite l'utilisation d'un seul type de poudre métallique pour toutes les imprimantes.

Le transport avec un gaz inerte tel que l'argon ou l'azote est possible, mais la plupart des utilisateurs ne le font pas pour des raisons de coût. De nombreux utilisateurs n'ont pas été en mesure d'identifier des différences significatives dans la qualité des composants. En revanche, en cas de transport par air, la poudre doit être rincée avec un gaz inerte avant le remplissage de l'imprimante.

Dans un circuit de poudre, un conteneur tampon tel que le Volkmann vHub 250 peut contribuer à augmenter les performances. D'une part, de grandes quantités de poudre peuvent être transférées de l'imprimante, par exemple, même si l'unité de traitement des poudres en aval n'a pas de capacité libre. D'autre part, un conteneur de poudre peut également être utilisé pour stocker la poudre destinée à alimenter les imprimantes connectées. De tels conteneurs tampons sont indispensables, en particulier dans les cellules de production comportant plusieurs imprimantes 3D dans une boucle de poudre fermée.

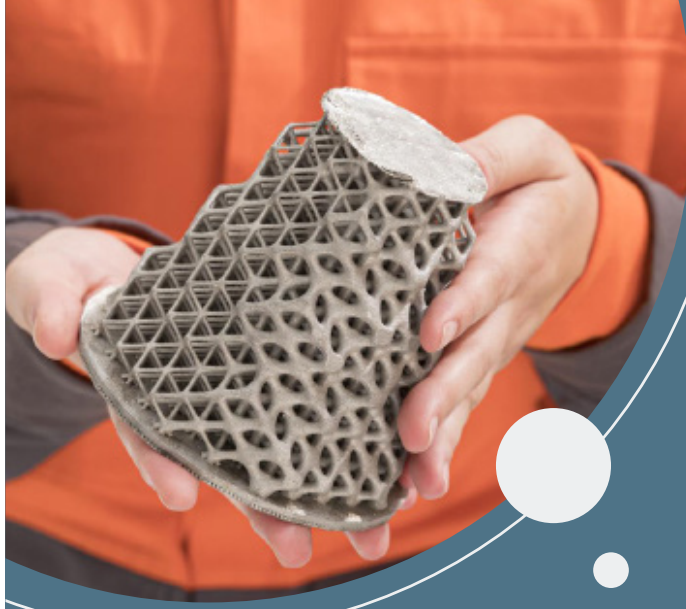
Avec certaines imprimantes 3D (par exemple EOS M 400), le cadre amovible peut être retiré de la machine alors que le travail de construction se trouve dans le lit de poudre. Volkmann a développé le système DPS Metal 1 pour un déballage et un retrait de la poudre entièrement automatisés. La poudre métallique extraite est transférée par pipeline vers un système PowTRex de Volkmann pour un traitement ultérieur », expliquent-ils.

En ce qui concerne les matériaux, les solutions de l'entreprise peuvent traiter **tous les types de poudres de FA, des polymères aux poudres métalliques et céramiques.**

« Même des densités de 10 kg/l, comme celles des poudres de carbure de tungstène, ne posent aucun problème. Les systèmes sont conçus différemment selon le matériau. Dans le cas de poudres de polymères relativement légères, par exemple, l'accent est mis sur le débit. Dans le cas des poudres métalliques (en particulier les particules toxiques et respirables), l'accent est mis sur l'étanchéité des systèmes et, en raison de la masse importante de ces matériaux, sur une conception particulièrement stable », explique l'équipe.

Cette édition de 3D ADEPT Mag étant consacrée à l'impression 3D médicale, nous n'avons pas pu nous empêcher de demander à l'équipe ce qu'elle trouve le plus difficile dans la manipulation des poudres pour les pièces médicales imprimées en 3D. À cette question, l'entreprise répond :

« Lors de la manipulation de poudres pour le secteur médical, une attention particulière doit être accordée à la prévention de la contamination croisée, à la production conforme aux bonnes pratiques de fabrication - BPF, à la traçabilité des lots et aux matériaux utilisés. Volkmann connaît l'industrie pharmaceutique et ses clients dans ce secteur depuis des décennies. Nous intégrons ensuite les connaissances acquises dans la manipulation des poudres pour nos clients du secteur médical 3D. Comme les exigences des clients et les poudres utilisées peuvent varier considérablement, ces projets spéciaux doivent être coordonnés dans les moindres détails entre l'utilisateur/client et le fournisseur de la machine. »



DES APPLICATIONS CLÉS DANS DE MULTIPLES INDUSTRIES

La fabrication additive (FA) est de plus en plus adoptée dans diverses industries pour les applications les plus exigeantes et les moins complexes.

En tant que source de référence sur le sujet, 3D ADEPT Media suit, analyse et reporte sur ces applications – et partage continuellement les défis et les leçons apprises par les utilisateurs de la fabrication additive.

Restez informé des progrès réalisés dans divers secteurs d'activité tels que :

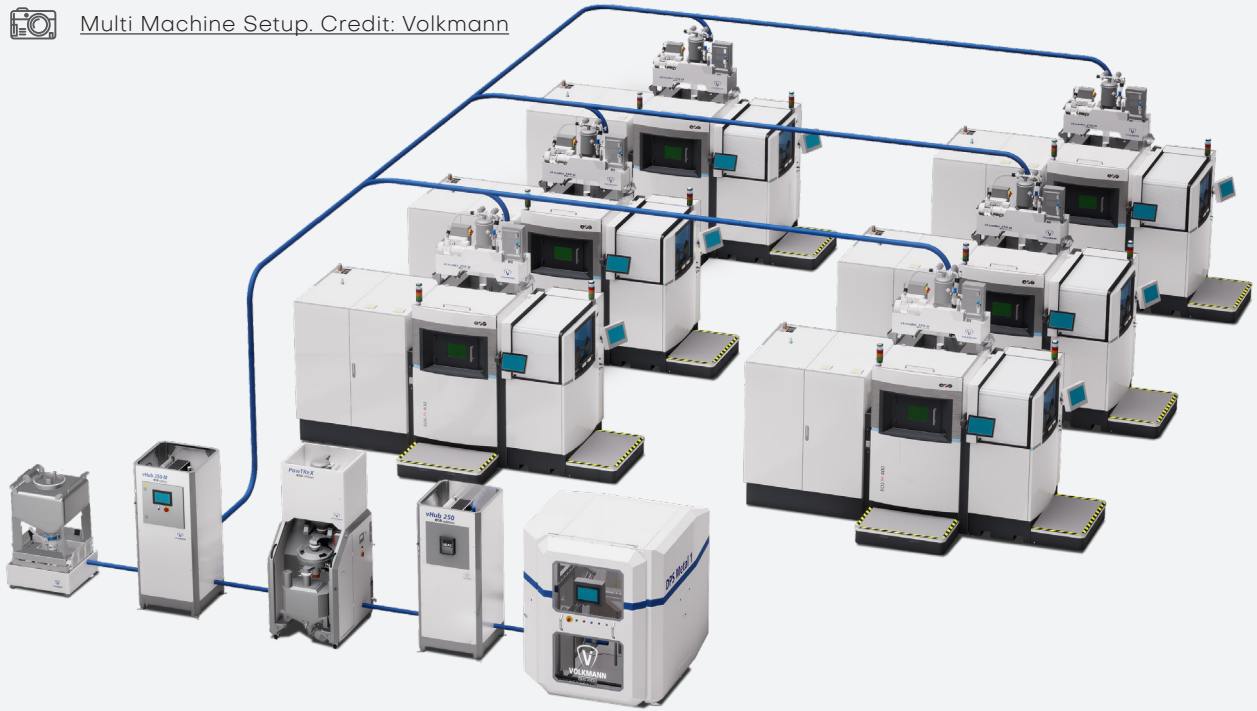
- ✓ L'aérospatial
- ✓ L'automobile
- ✓ L'alimentaire
- ✓ La défense
- ✓ Le nucléaire
- ✓ L'énergie
- ✓ La bio-impression 3D
- ✓ Les biens de consommation



Comment l'automatisation est-elle gérée au cours de ce processus ?

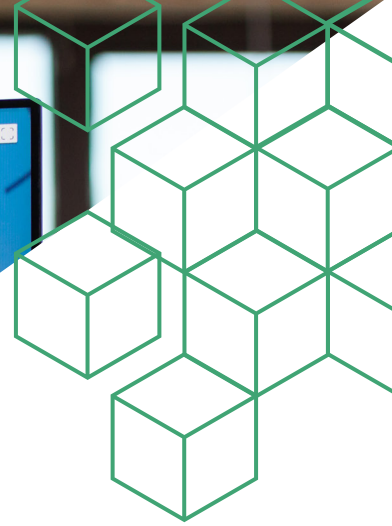
« Le grand avantage de l'impression 3D dans le secteur médical est la production individuelle de pièces pour les patients. Les systèmes de pré et post-traitement sont tout aussi individuels que les prothèses, orthèses et dentiers sortis de l'imprimante. Le traitement des poudres peut être acheté pour des imprimantes spécifiques. Comme la plupart des entreprises de fabrication travaillent encore avec un petit nombre d'imprimantes et de très petites quantités de poudre, les systèmes entièrement automatisés de post-traitement ne sont pas encore utilisés. Des approches initiales ont été développées pour les pièces automobiles dans le cadre du [projet IDAM](#). En raison des exigences élevées en matière de qualification et de qualité des pièces, ces étapes de travail sont encore largement réalisées manuellement. Une croissance importante est attendue au cours des prochaines années, en particulier dans le domaine de l'impression 3D médicale. On peut donc supposer que des systèmes entièrement automatisés seront également utilisés dans les grandes entreprises à moyen terme », conclut l'entreprise.

 Multi Machine Setup. Credit: Volkmann



Download your free copy of the latest issue





We talk additive

Season four of Additive Talks has begun.

Additive Talks

Additive Talks ambitions to discuss, analyze and provide insights into topics that shake vertical industries shaking adopting additive manufacturing technologies. Whether they highlight a key topic in the aerospace, defense & nuclear, medical & healthcare, construction, transport or heavy industries, each session ambitions to separate the wheat from the chaff, and to deliver actionable takeaways that will help professionals make the most of AM technologies.

INTERESTED IN BECOMING AN ADDITIVE TALKS SPONSOR ?

We are backed by a range of AM companies that share our vision of delivering insights that matter with integrity. You want to be part of them? Send us our email to info@additive-talks.com and ask for our sponsorship deals.



- Bimonthly sessions
- Key topics in AM and 3D printing
- Expert speakers

www.additive-talks.com



Matériaux & Logiciels

Le potentiel des métamatériaux pour la fabrication additive (médicale)

Vous souvenez-vous quand nous vous disions que le véritable succès d'une application dépendait généralement d'un élément sous-estimé : le matériau ? Eh bien, plus la fabrication additive progresse, plus nous réalisons que l'éventail des possibilités offertes par les matériaux reste à découvrir. Dans ce cas précis, je pense aux possibilités qui associent nécessairement des méthodes de conception novatrices et la FA pour garantir que des fonctionnalités optimales et des comportements ciblés sont intégrés dans une nouvelle gamme de matériaux spécialisés. Alors que beaucoup de choses se font au niveau de la recherche, une startup suisse donne de l'espoir pour la commercialisation future des métamatériaux.



Pour être honnête, la première fois que j'ai entendu parler des métamatériaux, également connus sous le nom de matériaux en treillis, j'ai pensé qu'ils étaient trop beaux pour être vrais. Même s'il y a encore une certaine controverse sur leur définition exacte, les scientifiques semblent s'accorder sur le fait qu'il s'agit de matériaux cellulaires architecturés qui peuvent être inspirés par la nature ou par l'intuition de l'ingénierie humaine et qui subissent des modifications afin de posséder des propriétés qu'ils n'ont pas naturellement.

Si le concept de métamatériaux a été introduit pour la première fois en 1967 par Victor Vesalago, il convient de noter que leur capacité à se généraliser pourrait largement dépendre de l'adoption croissante de la FA dans tous les secteurs et des considérations de coût de la technologie qui les rendra possibles.

La FA étant plus mature aujourd'hui qu'il y a dix ans, il est temps d'attirer l'attention de l'industrie sur ce qui pourrait être le prochain matériau à l'origine du développement de nouvelles applications.

À l'intersection de la conception de logiciels et du développement de matériaux

Le développement des métamatériaux devrait logiquement faire appel à tant de compétences interdisciplinaires qu'il pourrait être difficile de définir les personnes à l'origine de leur création comme des producteurs de matériaux exclusifs. Après une conversation avec **Daniel Bachmann**, directeur de l'innovation de la startup suisse **Sphere**, je suis tentée de définir les développeurs de métamatériaux comme des organisations/entreprises à l'intersection de la conception de logiciels et du développement de matériaux.

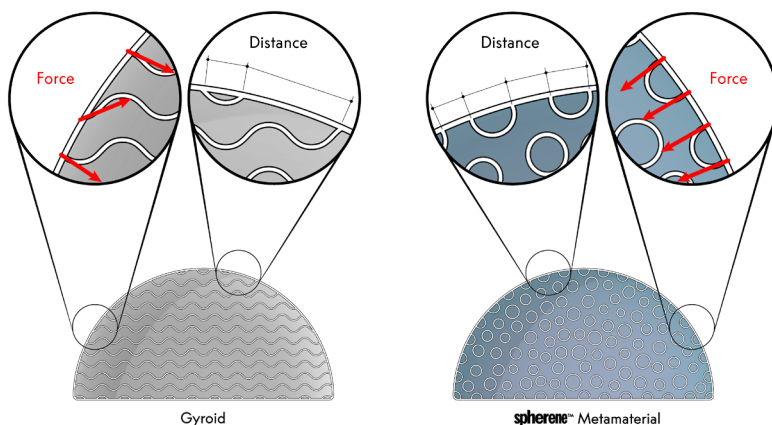
Bachmann explique qu'en 2018, en travaillant sur une recherche, l'équipe de Sphere a exploré le développement d'une nouvelle classe de surface minimale qui l'a conduite à la **création d'un algorithme spécifique**. Basé sur une API basée sur le cloud, cet algorithme peut remplir un volume de conception avec une **surface minimale à densité adaptative** (en anglais **Adaptive Density Minimal Surface**

« ADMS »), qui suit des surfaces sphériques inversées pour créer un cadre solide mais ouvert au sein d'un objet donné. En d'autres termes, ils développent des treillis à l'aide d'un algorithme basé sur une surface minimale qui permet de créer des formes précises avec une géométrie optimale.

L'un des points forts de Sphere réside probablement dans la répartition des forces dans la zone souhaitée. Selon Bachmann, alors qu'une sphère peut répartir les forces autour d'un volume vide, une « sphere » permet de répartir les forces à l'intérieur de manière idéale.

« Notre technologie nous permet d'appliquer des forces dans n'importe quelle direction de la sphère. Ces capacités isotropes et de conformation de la surface permettent, par exemple, de rendre une pièce d'acier aussi légère que de l'aluminium et d'économiser beaucoup d'énergie pour produire le matériau final », explique Bachmann.

La solution de Sphere permet de développer des **métamatériaux à base de plastiques (filaments), de métaux** ou même de **résines**. Malgré cette variété de matériaux, le directeur de l'innovation confirme que la solution est la plus avancée pour produire des pièces dans des matériaux à base de poudre. « Peu importe qu'il s'agisse de plastique ou de métal. La résine arrive en 2ème position alors que le procédé FDM peut prendre plus de temps pour imprimer de nouveaux matériaux développés avec notre technologie », ajoute-t-il.



Credit: Sphere™ | Comparison: Gyroid vs sphere™

À ce jour, Spherene octroie des **licences pour sa solution logicielle** afin que les organisations puissent créer la forme dont elles ont besoin pour chaque matériau. Elle fournit également le service nécessaire pour le faire si le client ne le souhaite pas. Si la solution de Spherene est déjà prête à toucher un public plus large, une autre approche mérite d'être mentionnée : la méthode de conception basée sur l'IA développée par **Rayne Zheng**, professeur associé de science et d'ingénierie des matériaux à Berkeley Engineering, et son équipe d'ingénieurs. Zheng et son équipe ont utilisé l'apprentissage automatique pour concevoir inversement les comportements mécaniques complexes d'un matériau et d'un produit d'ingénierie qui peuvent être imprimés par une imprimante 3D de bureau.

« Avec notre méthode, un utilisateur peut saisir le comportement mécanique souhaité, décrit par une courbe, et ces données sont ensuite introduites dans le code d'apprentissage automatique pour générer une conception – un processus qui ne prend que quelques secondes. Et une fois que cette conception est imprimée en 3D, elle reproduit le comportement mécanique souhaité », a déclaré **M. Zheng**. « Même si elle en est encore à ses débuts, notre méthode de conception basée sur l'apprentissage automatique peut produire presque n'importe quel type de comportement des matériaux avec une précision de près de 90 % . »

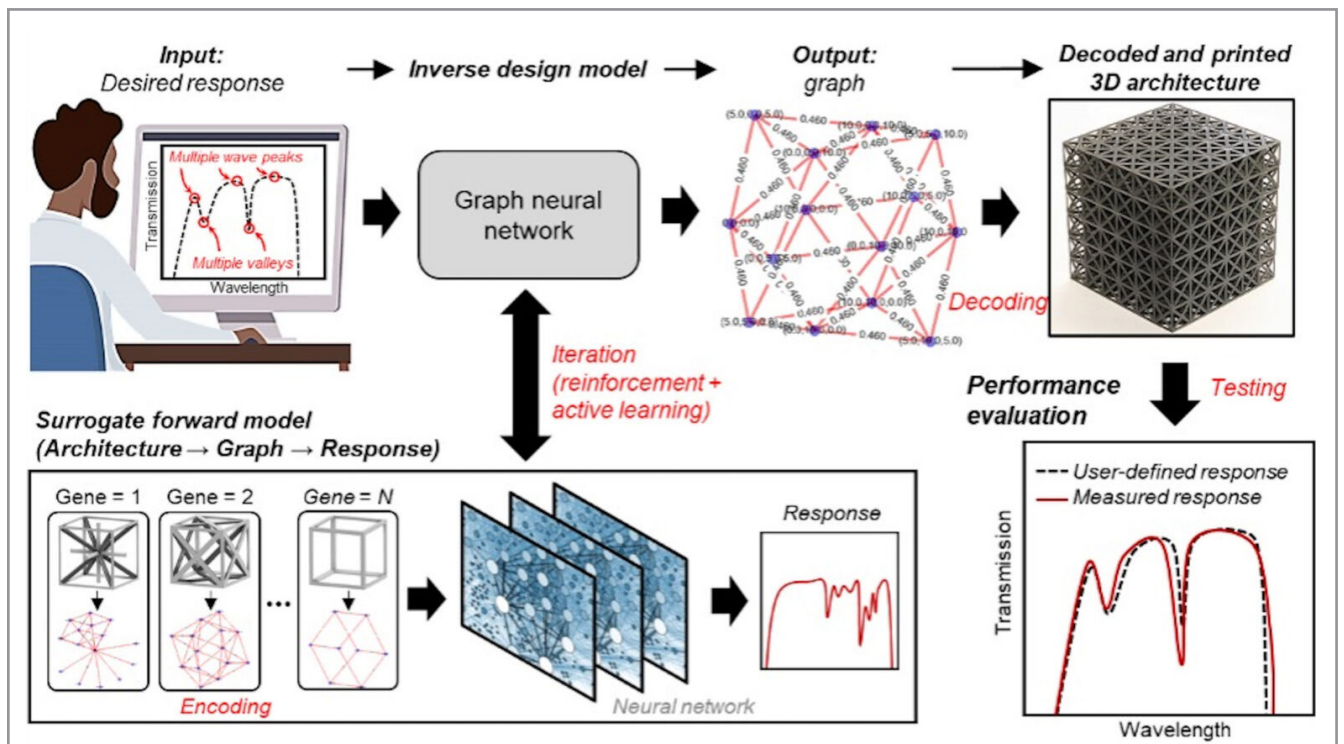
Pour créer leur approche de conception basée sur l'IA, les chercheurs ont d'abord dû développer et mettre en œuvre un cadre intégré d'apprentissage automatique, qui se compose d'un module de prédiction inverse et d'un module de validation directe.

« Le module inverse utilise les comportements mécaniques souhaités pour concevoir la micro-structure du matériau, et le matériau conçu est transmis au module de validation pour l'évaluation de ses comportements mécaniques », explique **Chansoo Ha**, co-auteur principal de cette étude



et ancien chercheur postdoctoral à Virginia Tech dans le laboratoire de Zheng. « Cela permet de s'assurer que les propriétés souhaitées se reflètent avec précision dans le produit fini ».

Ensuite, ils ont développé une famille de cellules à symétrie cubique, basées sur des piliers, pour entraîner le modèle d'apprentissage automatique. La structure en treillis des cellules permet d'obtenir presque n'importe quel comportement mécanique et la courbe contrainte-déformation correspondante. Les chercheurs ont ensuite imprimé les cellules en 3D et les ont testées pour générer des ensembles de données d'apprentissage.



La méthode de conception des métamatériaux basée sur l'IA permet de créer rapidement des matériaux dont les performances et les propriétés cibles sont définies par l'utilisateur. (Image reproduite avec l'aimable autorisation de Rayne Zheng) - Graphique uniquement disponible en anglais.

Quelles sont les considérations à prendre en compte pour développer des métamatériaux ?

Comme pour toute nouvelle technologie, l'utilisation de l'API Spherene nécessitera une courbe d'apprentissage. D'abord et avant tout, puisque « notre technologie est relativement nouvelle sur le marché. Il est crucial pour l'ingénieur d'opérer un passage de l'ingénierie traditionnelle à l'ingénierie moderne », explique le directeur de l'innovation. Le même argument a été avancé à plusieurs reprises lorsque la technologie de FA n'était pas assez mature. L'exploration du développement des métamatériaux nécessite un changement d'état d'esprit.

Deuxièmement, il est important de prendre en compte le flux de travail existant. L'utilisation de l'API Spherene permet d'adapter facilement le flux de travail et d'insérer toutes les variables pour le tester sur une imprimante 3D.

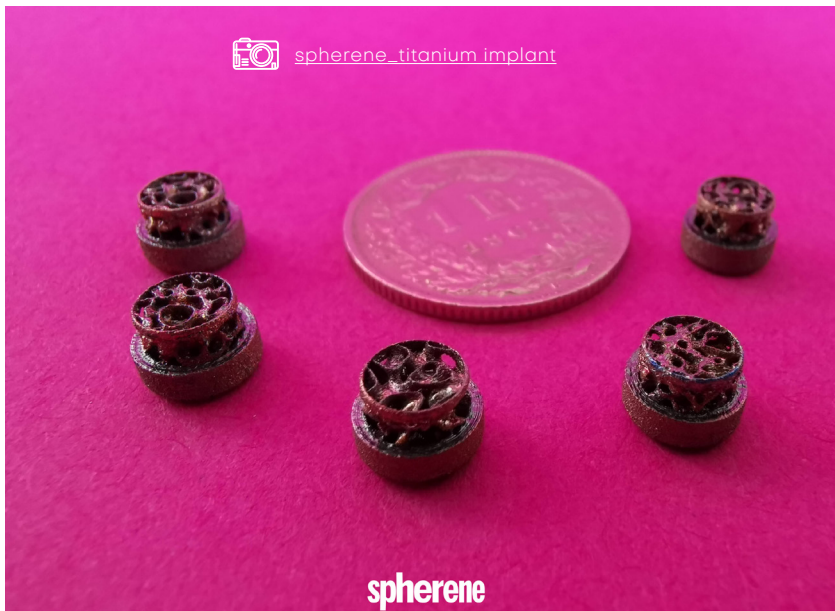
Troisièmement, le coût est un facteur qui pourrait faire pencher la balance. Tout en prévoyant que les organisations pourraient trouver le coût de la licence assez élevé (ce qui est logique compte tenu de la nouveauté de la solution), Bachmann aimerait exhorter les industriels à garder à l'esprit les avantages dont

ils peuvent bénéficier :

- **Gains de temps et de matériaux** : les nouveaux designs créés avec les structures exactes permettent de créer des matériaux qui sont rapidement traités par les imprimantes 3D, ce qui se traduit par des gains de temps. Prenant l'exemple d'une application satellite, Bachmann explique qu'en 5 minutes, ils ont pu économiser 20 heures de travail d'ingénierie ;
- **Une méthode autoportante** qui permet d'imprimer sans support ;
- **Allègement** : le métamatériau

sphérique peut éliminer les matériaux en vrac quelle que soit leur densité, réduisant ainsi le poids du composant ;

- **Personnalisation au niveau de la conception** : la géométrie des sphères peut être positionnée à côté de sections solides pour sceller des zones spécifiques, incorporer des trous de vis ou former des vides intérieurs. Les gradients peuvent également être utilisés pour réduire l'utilisation de matériaux, ajuster le centre de gravité ou gérer l'élasticité.



 Echantillon de chaussures



 Implant céramique

Applications des métamatériaux

Les chercheurs ont exploré le potentiel des métamatériaux dans les domaines de l'électronique, des communications et de la défense. Parmi le large éventail d'applications susceptibles de valider les capacités de sa technologie, **Spherene Ltd.** compte un support de satellite de l'ESA, un guide d'ondes pour un satellite de communication et un implant biocéramique testé pour la croissance osseuse.

Elle travaille actuellement à tester les capacités de sa technologie sur des chaussures pour diabétiques.

De plus amples informations sur l'implant sont disponibles [ici](#).

Le métamatériau sphérique devrait être commercialisé prochainement (vers le mois de mai) et sera disponible par l'intermédiaire du réseau de revendeurs de l'entreprise.

Significant Cost Savings on Additive Tool

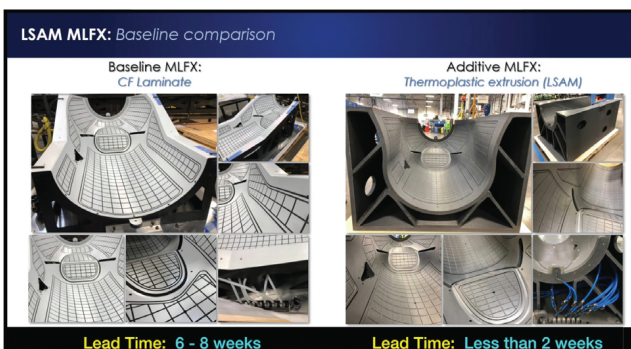
Partnership between Thermwood and General Atomics

The Details

Using a Thermwood LSAM 1020, the tool was printed from ABS (20% Carbon Fiber Filled) in 16 hours. The final part weighing 1,190 lbs was machined in 32 hours.

Cost Savings of around \$50,000 vs traditional methods

Total lead time for the part decreased from 6-8 weeks to less than 2 weeks by utilizing the powerful LSAM system.

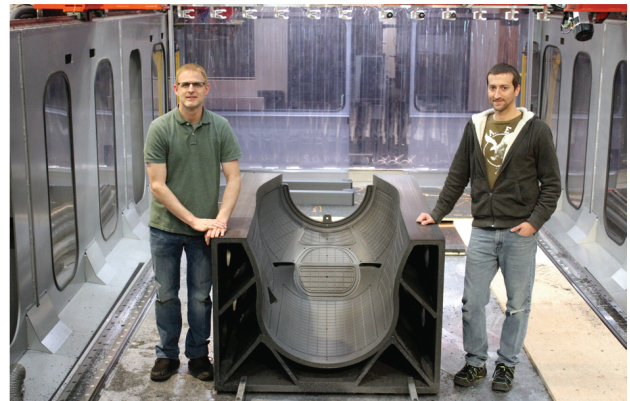


Scan QR code to view a video of the LSAM and General Atomics process.

THERMWOOD

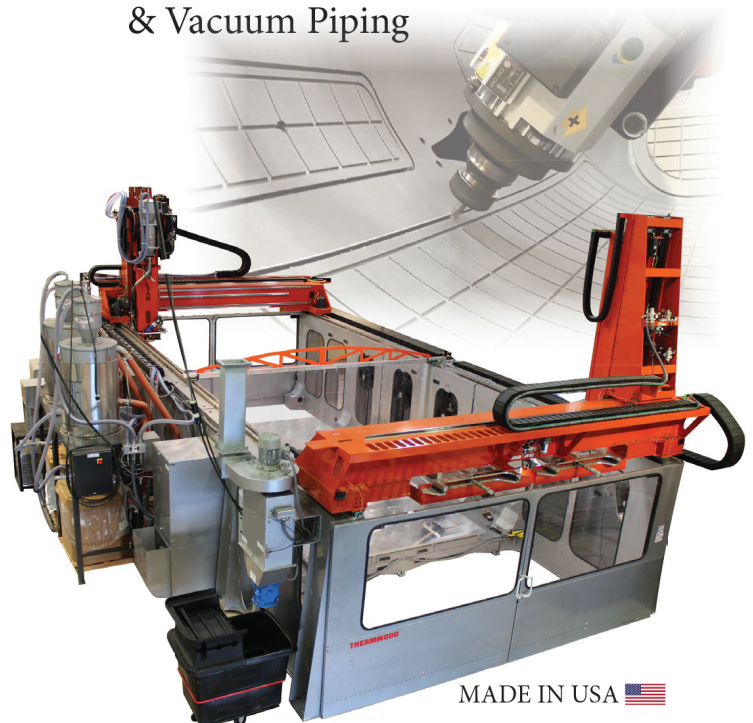
www.thermwood.com

800-533-6901



The Results

- Cost Reduction: 2-3 times
- Faster Development: 3-4 times
- Production Capable Tool
- Vacuum Integrity
- Suitable for Large, Deep 3D Geometries, Backup Structures & Vacuum Piping



MADE IN USA

.Opinion.

Impression 3D d'un anévrisme intracérébral spécifique à un patient, utilisé pour une simulation pré-chirurgicale.
Crédit : CHU de Brest, Samuel GUIGO



ALLER AU-DELÀ DES BESOINS DE SANTÉ GRÂCE À L'IMPRESSION 3D

Éléments que les prestataires de soins de santé doivent prendre en compte lorsqu'ils se lancent dans l'impression 3D et s'adressent à des professionnels de l'impression 3D

Comme souligné dans notre conversation avec **Prof. Florian Thieringer** (PP 11 de ce numéro), la courbe d'apprentissage de la fabrication additive (FA) est un chemin difficile à suivre en raison de plusieurs considérations qui vont de l'expertise interdisciplinaire requise aux considérations de coût. Les considérations de coût dépendent fortement de plusieurs facteurs qui sont souvent inhérents à chaque hôpital. Ces facteurs peuvent être le **personnel**, le **budget** ou même le **système de santé du pays**.

Pour optimiser ces coûts et l'utilisation de leur équipement d'impression 3D, certains prestataires de soins de santé peuvent s'appuyer sur des idées créatives qui permettent à des professionnels extérieurs au secteur de la santé de bénéficier des avantages de la fabrication additive.

L'exemple du [CHU de Brest](#), basé en France, mérite d'être mentionné ici. L'utilisation de la FA par l'hôpital ainsi que le profil du coordinateur démontrent clairement que l'utilisation de l'impression 3D dans un hôpital n'est pas limitée aux besoins directs de la santé.

Samuel GUIGO est le coordinateur de **W.PRINT**, le laboratoire d'impression 3D du CHU de Brest qui intègre 7 imprimantes 3D FDM, une imprimante 3D résine et une machine Polyjet. Le laboratoire est situé à quelques mètres de l'hôpital, ce qui permet aux utilisateurs de venir directement sur place en cas de besoin. Guigo était auparavant radiographe à l'hôpital.

Il a saisi l'occasion offerte par la FA pour élargir son champ d'expertise et répondre à d'autres besoins de l'hôpital.

En s'acquittant avec brio de toutes les tâches du laboratoire d'impression 3D (CAO, fabrication, assurance qualité, communication, contrat, etc.), il démontre que les professionnels de la santé n'ayant pas reçu de formation en médecine peuvent explorer d'autres voies de carrière, créant ainsi une nouvelle voie dans leur profession.

Après le premier projet d'impression 3D du laboratoire en 2019 sur un cas d'anévrisme, les équipes ont réalisé que l'impression 3D pouvait être utilisée à plus grande échelle pour diverses applications telles que **la fabrication de pièces sur mesure, de modèles anatomiques** et bien plus encore.

« Notre tout premier cas a conduit à la création d'une unité de production au sein de l'hôpital afin de fournir des services sur mesure. J'ai réalisé qu'un large éventail d'applications pouvait nous aider à rendre ce service viable. Ces applications ne doivent pas nécessairement être axées sur des cas de chirurgie, mais peuvent simplement être un soutien qui améliore la qualité de vie au travail. La réparation de pièces biomédicales non critiques, par exemple, permet à l'hôpital d'économiser de l'argent là où c'est nécessaire.

Cela dit, les applications de soins de santé restent au cœur de notre expertise, que nous fournissons des services d'impression 3D à d'autres hôpitaux ou que nous répondions à des besoins internes. Nous utilisons surtout la FA pour fabriquer des guides chirurgicaux imprimés en 3D qui sont utilisés avant la salle d'opération, des modèles imprimés en 3D qui ont une fonction éducative car les médecins ne peuvent pas s'entraîner sur des patients, ou même des modèles d'échographie pour apprendre aux jeunes médecins comment couper une artère », a déclaré Guido à 3D ADEPT Media.

Cette conversation avec Guigo met également en évidence le manque d'informations concernant les premières étapes que les prestataires de soins de santé peuvent franchir pour se lancer dans l'impression 3D.

Quelles sont ces étapes ?

Pour ceux qui cherchent à intégrer la FA à l'hôpital, l'expert en impression 3D du CHU de Brest recommande de « définir les différents besoins spécifiques de l'hôpital, de réunir une petite équipe et d'explorer les applications médicales et biomédicales afin d'optimiser les coûts ».

« Commencer par des études de cas simples est également un bon moyen d'acquérir une expérience pratique, ou l'utilisation de logiciels libres pour concevoir des modèles peut être utile lorsque vous travaillerez avec d'autres utilisateurs débutants. Plus important encore, n'ayez pas peur de vous adresser à d'autres hôpitaux qui sont déjà bien avancés dans leur courbe d'apprentissage.

Je pense également qu'il est très important d'avoir

une garantie de qualité, c'est-à-dire une plateforme certifiée ISO (par exemple ISO13485). C'est la prochaine étape de notre développement chez W.PRINT, car il est crucial d'acquérir une certaine légitimité tant au niveau scientifique qu'au niveau des spécialistes », ajoute-t-il.

Si vous n'avez pas l'intention d'investir tout de suite dans votre propre équipement, adaptez vos attentes, trouvez des prestataires de services d'impression 3D et discutez-en avec eux.

Lors de votre première conversation avec un bureau de services d'impression 3D, vous devez être prêt à répondre à quelques questions. Nous avons identifié 5 des questions les plus importantes à garder à l'esprit ci-dessous :

- Quel est l'objectif du modèle que vous souhaitez produire ?

La fonction de la pièce et la manière dont elle sera utilisée sont essentielles pour réfléchir à la conception, aux matériaux et aux autres exigences de fabrication. Comme vous pouvez le deviner, un dispositif médical qui sera en contact avec la peau ou des fluides corporels aura des exigences plus strictes qu'une pièce non médicale.

- Pour quel volume de production ?

La réponse à cette question permettra de déterminer le processus de FA qui sera utilisé, le coût et, éventuellement, d'explorer d'autres options de fabrication. En fin de compte, en fonction du volume, l'impression 3D ne sera peut-être pas le candidat idéal pour la production dans votre cas.

- Y a-t-il des considérations environnementales ?

La réponse à cette question facilitera la sélection des matériaux et des autres exigences de fabrication. Pensez aux différentes expositions auxquelles la pièce peut être soumise ou doit résister : produits chimiques, liquides, températures, charges, etc.

- Existe-t-il des exigences réglementaires ?

Comme expliqué dans l'article « Approbation des produits médicaux imprimés en 3D et leur accès au marché » (PP XX de ce numéro), ce n'est pas parce qu'on peut l'imprimer qu'on peut l'utiliser. Renseignez-vous donc sur l'accès au marché de vos produits médicaux imprimés en 3D.

- Existe-t-il un seuil de prix souhaité ?

L'argent est le nerf de la guerre, même dans le secteur de la santé.

**Note : La conversation avec Samuel Guigo a été modifiée pour des raisons de concision et de clarté.*



Images : CHU de Brest. Shared by Samuel Guigo.

RÉFLEXION SUR LES DEUX DÉCENNIES DE RAPID.TECH 3D | ADDITIVE MANUFACTURING HUB



Il y a deux ans, lorsque [Rapid.Tech 3D | Additive Manufacturing Hub a repris ses activités](#), après une année d'événements numériques due à la pandémie de Covid-19, la première chose qui m'est venue à l'esprit a été la suivante : « presque deux décennies d'un événement industriel qui a façonné la façon dont les entreprises ont développé leurs connaissances et leur utilisation des technologies de FA ».

J'aurais aimé dire que le temps passe vite quand on s'amuse, mais la vérité est qu'en 2004, la FA ne suscitait l'intérêt que de quelques initiés. Rien n'aurait pu prédire que la taille [du marché mondial de la fabrication additive](#) serait estimée à 15 milliards d'USD en 2022 et qu'elle dépasserait les 95,62 milliards d'USD en 2032.

Et nous voici aujourd'hui, en 2024, en train de réfléchir aux opportunités que **Messe Erfurt GmbH**, l'organisateur de Rapid.Tech 3D, a créées au fil du temps pour la communauté de la fabrication additive. **M. Michael Kynast**, directeur général de Messe Erfurt GmbH, tient à rappeler que l'accent est mis sur les utilisateurs :

« Rapid.Tech 3D est né d'un congrès fortement axé sur les utilisateurs. Il constitue toujours le cœur de l'événement et a été complété, au cours des deux dernières décennies, par une exposition commerciale et des possibilités de mise en réseau attrayantes. C'est précisément cette triade évolutive qui fait de l'événement un lieu de rencontre unique pour l'ensemble de l'industrie de la fabrication additive. Cela est rendu possible notamment grâce à l'engagement exceptionnel de notre conseil consultatif, de nos partenaires motivés et de nos exposants réguliers. Nous avons également reconnu que les visiteurs utilisent un large éventail d'options pour préparer leur visite. C'est pourquoi nous avons transformé notre site web en une plateforme accessible 365 jours par an, qui offre désormais un contenu passionnant et des possibilités de rencontres pour les exposants et les visiteurs tout au long de l'année. »

D'un événement de prototypage rapide à une communauté «glocale» de la FA

Ce qui a commencé comme un événement local à Erfurt, une ville autrefois louée comme la ville des tours, est devenu une plaque tournante qui attire plusieurs autres organisations ayant la même vision : façonner le paysage de l'ingénierie en Allemagne. Cela se traduit par de nombreux partenariats signés au fil des ans pour rendre l'événement de plus en plus attrayant et éducatif pour les industriels.



Mr. Michael Kynast, Managing Director of Messe Erfurt GmbH

Copyright: Christopher Schmid, Shared by Rapid.Tech 3D



Credit: Christian Seeling, Shared by Rapid.Tech 3D

« Ces partenariats démontrent l'attrait ininterrompu de l'événement pionnier de la FA en tant que précurseur de l'industrialisation de l'impression 3D. Depuis cette année, le groupe de travail sur la fabrication additive de la fédération allemande d'ingénierie VDMA est le sponsor conceptuel du congrès professionnel. Il organise le nouveau forum AM4industry à Erfurt. L'importance croissante de la fabrication additive pour l'industrie chimique a été démontrée l'année dernière lors du forum sur l'ingénierie chimique et des procédés, qui s'est tenu pour la première fois. En raison du grand intérêt qu'il a suscité, le forum sera reconduit – avec le nouveau partenaire de coopération DECHEMA, la société allemande pour le génie chimique et la biotechnologie. Avec Springer Nature Progress in AM et le RTe Journal, le forum scientifique de FA a gagné d'autres partenaires de publication renommés. Les nouveaux canaux de publication internationaux ont une fois de plus renforcé l'attrait du forum, comme en témoigne l'augmentation significative du nombre d'articles soumis par rapport aux événements précédents. La diversité des sujets abordés à Rapid.Tech 3D est également évidente dans les autres forums spécialisés qui sont à l'ordre du jour depuis des années. Il s'agit notamment des forums sur l'aérospatiale, la mobilité, la conception.logiciels, innovations en FA, et 'AM Science by Fraunhofer' », a déclaré M. Kynast.

En outre, aujourd'hui, alors que l'industrie de la FA continue d'évoluer vers une communauté «glocale» (une communauté à la fois mondiale et locale), Messe Erfurt GmbH a élargi la portée de l'événement grâce à des coopérations internationales.

« Depuis 2023, Rapid.Tech 3D coopère avec AMTech Expo, la plus grande plateforme de mise en réseau d'entreprises et le plus grand salon professionnel de la FA en Inde. Les visites et les présentations mutuelles permettent de connaître le potentiel des marchés respectifs et d'ouvrir des portes pour une éventuelle coopération entre les entreprises indiennes et allemandes. La plateforme commune d'échange de connaissances et de technologies sera encore élargie avec un stand indien commun lors de la 20e édition de Rapid.Tech 3D », explique le directeur général.



Credit: Christian Seeling, Shared by Rapid.Tech 3D

L'édition 2024 de Rapid.Tech 3D

Nous vous recommandons trois angles spécifiques pour planifier votre visite à Rapid.Tech 3D 2024 : en choisissant le sous-événement qui suscite le plus votre intérêt, le sujet que vous souhaitez approfondir dans le programme ou en découvrant ce qui se passe dans l'espace d'exposition.

Kynast a commenté les principaux programmes de soutien :

« Les discours d'ouverture du congrès spécialisé sont un moment fort. Cette année, des experts des secteurs de la microélectronique, de la chimie et de l'automobile parleront de l'importance de la FA pour ces différents secteurs. L'exposition et la cérémonie de remise des prix aux finalistes du concours international de design 3D Pioneers Challenge constituent un autre moment fort. Bien entendu, les participants à l'événement de cette année peuvent également se réjouir de la soirée de gala qui célébrera le 20e anniversaire de l'événement. »

Chaque événement est parfois une combinaison d'expériences qui laissent une impression durable et unique. Et pour cela, il faut



Credit: Christian Seeling, Shared by Rapid.Tech 3D

en faire l'expérience soi-même. C'est en tout cas ce que nous prévoyons de faire du 14 au 16 mai 2024 dans le magnifique décor de la ville d'Erfurt.

Notes de la rédaction

Nous parlons peut-être de Rapid.Tech 3D puisque l'événement aura lieu dans quelques semaines seulement, du 14 au 16 mai 2024, mais il est important de garder à l'esprit qu'aujourd'hui, Rapid.Tech, [c'est plus que 3 jours d'interactions](#). Tout au long de l'année, il est toujours possible de découvrir les innovations, l'expertise, les offres et les événements des principaux fournisseurs de l'industrie.

Événements de l'industrie

2024



Restez au courant des derniers événements, conférences, expositions et séminaires de l'industrie de la fabrication additive.

ALLEMAGNE	USA
<p>FORMNEXT 19-22 NOVEMBER 2024 FRANKFURT www.formnext.com</p>	<p>RAPID + TCT JUNE 25, 2024 TO JUNE 27, 2024 LOS ANGELES CONVENTION CENTER, LOS ANGELES, UNITED STATES www.rapid3devent.com</p>
<p>HANNOVER MESSE 22-26 APRIL 2024 HANNOVER www.hannovermesse.de</p>	<p>SPACE TECH EXPO US 14-15 MAY, 2024 LONG BEACH, CA www.spacetechexpo.com</p>
<p>RAPID.TECH 3D MAY 14, 2024 TO MAY 16, 2024 ERFURT TRADE FAIR, ERFURT, GERMANY www.rapidtech-3d.com</p>	<p>SUEDE</p>
<p>SPACE TECH EXPO EUROPE 14 - 16 NOVEMBER, BREMEN www.spacetechexpo-europe.com</p>	<p>EURO PM2024 CONGRESS & EXHIBITION SEPTEMBER 29, 2024 TO OCTOBER 2, 2024 MalmöMässan Exhibition & Congress Center, Malmö europm2024.com</p>
ESPAGNE	CANADA
<p>ADDIT3D 2024 4-7 JUNE, 2024</p>	<p>FABTECH CANADA 2024 JUNE 11, 2024 TO JUNE 13, 2024 The Toronto Congress Centre (South Building), Toronto, United States canada.fabtechexpo.com</p>
<p>METAL MADRID 2024 20-21 NOVEMBER, 2024</p>	<p>D'AUTRES ÉVÉNEMENTS SERONT AJOUTÉS ULTÉRIEUREMENT !</p>
ROYAUME-UNI	
<p>TCT 3Sixty JUNE 5, 2024 TO JUNE 6, 2024 NEC, NATIONAL EXHIBITION CENTRE, BIRMINGHAM www.tct3sixty.com</p>	



AMSG 2024

The International Catalogue of AM Solutions

Once you've decided that Additive Manufacturing/3D Printing is right for your project/business, the next step might be quite intimidating. In their quest for the right technology, be it by email or during 3D printing-dedicated events, professionals ask us for advice or technical specifications regarding different types of 3D printing technologies & post-processing solutions that raise their interest. Quite frequently, these technologies are not provided by the same manufacturer.

The International Catalogue of Additive Manufacturing Solutions comes to respond to this specific need: be the portal that will provide them with key insights into valuable AM & post-processing solutions found on the market.

More importantly, an important focus is to enable potential users to leverage the latest developments in Additive Manufacturing. Companies can now feature the strengths of their AM Machine / Material offerings.

Please note that the International Catalogue of AM Solutions is distributed in all industry events where 3D ADEPT is a media partner and to our subscribers at home/in offices

Additive Manufacturing / 3D Printing



AM SYSTEMS



3D PRINTERS



MATERIALS

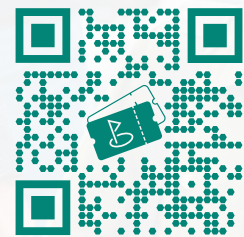
More info at « www./3dadept.com/contact-us/ » | contact@3dadept.com

Stuttgart, Germany 2024

MedtecLIVE

LEADING EUROPEAN EXHIBITION
FOR MEDICAL TECHNOLOGY

18 – 20
JUNE
2024



Learn more
and secure
your ticket!

WE SPEAK MEDICAL TECHNOLOGY!

Immerse yourself in the world of the medical device supply sector at MedtecLIVE 2024. We speak your language! Meet specialists who understand your challenges and offer tailored solutions. Discover trends, find alternative suppliers and ensure a stable supply chain. Attend presentations and discussions to learn how companies are tackling today's challenges and stay up to date with new manufacturing technologies and market trends.

Automation, digitalization and the circular economy will be in the spotlight, as will the EU MDR (Medical Device Regulation). Meetings can be held efficiently thanks to short walking distances in Messe Stuttgart's largest hall. Use our digital tools to prepare and network to ensure your visit is a success.

Join the in-depth discussions – BE PART OF IT

medteclive.com

Honorary sponsors



SWISS MEDTECH

NÜRNBERG MESSE