Les dernières nouveautés du secteur de l’additive manufacturing de céramiques

27 novembre 2020, 01:00

Olivier Rigo

Suite à la pandémie actuelle, la conférence AM Ceramics/Ceramitec, devant se dérouler les 16 et 17 septembre 2020 à Munich, a eu lieu sous un format virtuel. Cette édition était organisée en partenariat avec la société autrichienne Lithoz et le Fraunhofer IKTS de Dresde. Des experts du monde industriel et de la recherche y ont présenté leurs dernières avancées et perspectives relatives à la fabrication additive des céramiques.

Comme pour les fabrications additives métal et polymère, ces derniers développements technologiques concernent les techniques de fabrication hybrides, la fabrication additive multi-matériaux, l’impression '5D', le monitoring in-situ des procédés et l’industrie 4.0. Ceux-ci offrent de nouvelles possibilités mais il subsiste encore des nombreux challenges et limitations inhérents à ces technologies. Plusieurs cas d’étude de grande qualité ont été montrés lors des différents exposés. Environ 500 participants ont assisté en direct à l’évènement.

1. Fabrication hybride

La fabrication hybride combine simultanément plusieurs technologies additives et/ou conventionnelles afin d’augmenter les capacités et la productivité des technologies. À ce sujet, le Fraunhofer IKTS étudie plusieurs procédés innovants, notamment l’intégration de fibres continues gainées de matériaux céramiques exploitables par FDM afin de renforcer les propriétés mécaniques dans certaines directions. Pour des aspects économiques, la customisation et l’ajout de certaines fonctionnalités à l’aide de la technologie FDM sont également envisagées directement sur des pièces produites en grandes séries par moulage par injection de céramique.



À gauche, fibres gainées de matériau céramique. À droite, addition d’une structure par Fused Filament Fabrication (FDM) à une pièce fabriquée par CIM
(Source : Fraunhofer IKTS)

2. Impression multi matériaux et nouveaux matériaux céramiques

Le succès en fabrication additive céramique repose sur la bonne maîtrise de toute la chaine de fabrication, depuis l’élaboration du matériau jusqu’au contrôle de la pièce finale. Une maîtrise de la

mise en œuvre sur la machine AM seule ne suffit pas, de nombreuses compétences sont également nécessaires en céramiques structurelles et fonctionnelles, en digitalisation, en contrôle non-destructif, en synthèse et préparation du matériau sous la bonne forme (poudre, fil, pâte), en traitements thermiques et en finition. Combiner plusieurs matériaux au sein d'une même pièce nécessite une bonne connaissance du comportement de ces matériaux lors de la mise en forme et des traitements thermiques. Par exemple, une différence de température de frittage peut induire des retraits différents en fonction de la température et conduire à la fissuration de la pièce lors du frittage. Cela ne signifie pas immédiatement que les 2 matériaux ne sont pas compatibles, mais qu'il faudra trouver des solutions judicieuses pour modifier leur comportement au frittage et pouvoir ainsi les assembler.

Parmi les derniers nouveaux matériaux exposés, nous pouvons citer les céramiques transparentes, notamment l'alumine et le YAG (grenat d'yttrium et d'aluminium), un oxyde mixte d'aluminium et d'yttrium cristallin utilisé dans les lasers, mis en œuvre par Lithoz. En plus de son utilité pour les applications visées, la transparence présente le grand intérêt de permettre la détection très facilement des défauts au cœur de la matière.



Céramiques transparentes réalisées par Lithoz
(Source : Lithoz)

À côté du traditionnel procédé FDM proposant facilement la combinaison de plusieurs matériaux, comme la zircone blanche et la zircone noire, certains fabricants adaptent également d'autres technologies au multi matière. Le Fraunhofer IKTS développe une machine de MultiMaterial Jetting comportant plusieurs buses qui impriment des gouttelettes de liquide chargé de fine poudre. Le procédé est opérationnel pour des géométries simples mais il doit être encore amélioré, notamment en termes de résolution.



Principe du MultiMaterial Jetting
(Source: Fraunhofer IKTS)



Pièces bimatières en zircone blanche et zircone noire fabriquées par MMJ
(Source : Fraunhofer IKTS)

Lithoz a également adapté une machine pilote de Stéréolithographie disposant de 2 réservoirs de matières différentes. Le plateau de fabrication peut ainsi passer d'une matière à l'autre en cours de construction. Un cycle de nettoyage automatique est intégré afin d'éviter les contaminations croisées. Le procédé est très lent mais les premiers résultats sont assez impressionnants.



Pièces multi matière réalisées par SLA
(Source : Lithoz)

3. Impressions 3D + 2D = impression 5D

L’impression 5D est une combinaison de l’impression 3D et de l’impression 2D, voire 2,5D. Elle permet la fonctionnalisation des pièces fabriquées par les techniques additives, notamment pour le secteur électronique, afin d’obtenir des 'smart composants'. L’impression de ces circuits électroniques peut se faire après l’impression 3D de la pièce, ou directement pendant la fabrication 3D (procédé hybride).



Impression 2D et 2,5D de circuit électronique sur des géométries fabriquées en 3D
(Source : Fraunhofer IKTS)

4. Contrôle in-situ du procédé et intelligence artificielle

La voie actuellement suivie par de nombreux constructeurs de machine additive est d’implémenter toute une série de capteurs directement dans la chambre de fabrication afin de suivre divers paramètres lors de la construction de la pièce. Ces capteurs génèrent une importante quantité de données qu’il est nécessaire de traiter afin d’en extraire les informations pertinentes au contrôle du procédé. Elles permettent de détecter très tôt un problème et son évolution lors de la fabrication. Actuellement, l’opérateur averti par cette évolution ou dérive peut ainsi décider de modifier les paramètres pour corriger le problème ou stopper le procédé afin de limiter les rebus et les pertes de temps. Ce suivi de la fabrication in-situ est très intéressant pour la qualification des procédés et constitue une sorte de contrôle non-destructif des pièces produites. L’idée serait d’intégrer prochainement l’intelligence artificielle pour ces étapes de traitement et d’interprétation des données afin que le feedback donné par ces capteurs agisse directement sur les paramètres du procédé.



Analyse d’images et mise en évidence d’un défaut par le contrôle in-situ
(Source : Faunhofer IKTS)

5. Quelques données sur le marché de l’AM

Jusqu’à présent, l’impact du COVID s’est fait fortement ressentir sur les marchés traditionnels, mais beaucoup moins sur les marchés de la fabrication additive, qui conserve une légère croissance. Cette croissance malgré la crise est due à la digitalisation de ce type de procédé. Elle permet de réduire considérablement les délais d’exécution et les stocks de pièces. Ces dernières ne sont pas stockées physiquement mais digitalement et peuvent être imprimées sur place par le

client, ce qui conduit en quelque sorte à une relocalisation de la production. Le business model est donc différent et beaucoup mieux adapté à la crise actuelle que nous connaissons.



Évolution du marché mondial de l'AM céramique adaptée suite à la crise du COVID (Source : Lithoz)

Source

- AM Ceramics & Ceramitec Conference - 16-17 Septembre 2020

Auteurs



Olivier Rigo