

Fonctionnalisation de poudres par plasma, nouvelles opportunités pour l'additive manufacturing?

i Perrine Leroy (Ionics)
Thomas Godfroid (Materia Nova)

Terwijl additieve productie in onze industrieën steeds belangrijker wordt, is de nabewerking van gefabriceerde onderdelen nog steeds meer dan nodig om een acceptabele afwerking te bereiken. De oppervlaktetoestand van de blanco's met een significant aantal niet-gesmolten deeltjes speelt een rol in de mechanische eigenschappen van het eindproduct. Veel nabehandelingstechnieken worden nu voorgesteld. Kunnen we echter niet stroomopwaarts werken om het gebruikte poeder, afgezien van de stappen na de behandeling, in ieder geval te verminderen of de uitvoering ervan te vergemakkelijken. Het is door deze reflectie dat Ionics, met de steun van Materia Nova, een plasma poedercoatingmachine heeft ontwikkeld om deze te wijzigen en de verwerkbaarheid of zelfs het afwerkingsaspect ervan te verbeteren.

Le marché de la fabrication additive ne cesse d'augmenter depuis plusieurs années. En effet, en 2018 le cabinet d'études américain SmarTech Publishing constate une hausse du chiffre d'affaires de l'ordre de 18% par rapport à l'année précédente (tous marchés confondus: vente de machine, logiciels, matériaux et services).

Néanmoins, si la fabrication additive s'impose de plus en plus dans nos industries, le post-traitement des pièces fabriquées reste encore plus que nécessaire pour obtenir un aspect de finition acceptable. L'état de surface des pièces brutes

présentant un nombre non négligeable de particules non fondues joue notamment un rôle sur les propriétés mécaniques de la pièce finale. De nombreuses techniques de post-traitement sont actuellement proposées. Cependant le travail en amont sur la poudre utilisée ne pourrait-il pas, si ce n'est s'affranchir des étapes de post-traitement, au moins en diminuer le nombre ou en faciliter la mise en œuvre? C'est à travers cette réflexion qu'Ionics avec le support de Materia Nova, a développé un équipement de revêtement de poudre par plasma dans le but de modifier celle-ci et d'en améliorer la processabilité voire l'aspect de finition des pièces brutes.

La technologie PLAMECO développée par Ionics en collaboration avec le centre de recherche Materia Nova consiste en un dépôt plasma par pulvérisation cathodique magnétron sous vide capable de revêtir des poudres (de taille allant du micron à plusieurs millimètres) ou de petites pièces en vrac grâce à un système de tonneau rotatif. Cette technologie dite «froide» a pour avantage de pouvoir traiter n'importe quel type de substrat ne pouvant pas s'échauffer à plus de 50°C (métaux, polymères, céramiques). Elle permet en outre de déposer des matériaux de compositions chimiques très variées comme les métaux et leurs composés céramiques

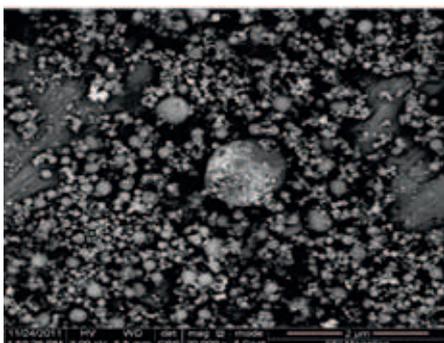
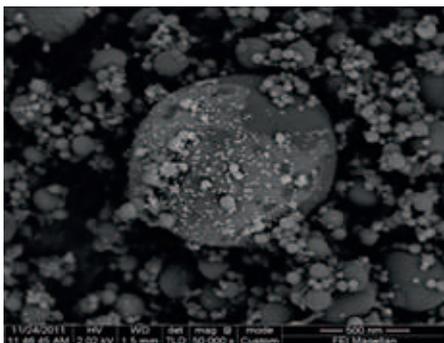


Illustration 1: décoration de poudre (Au sur billes de verre – 100 um de diamètre)

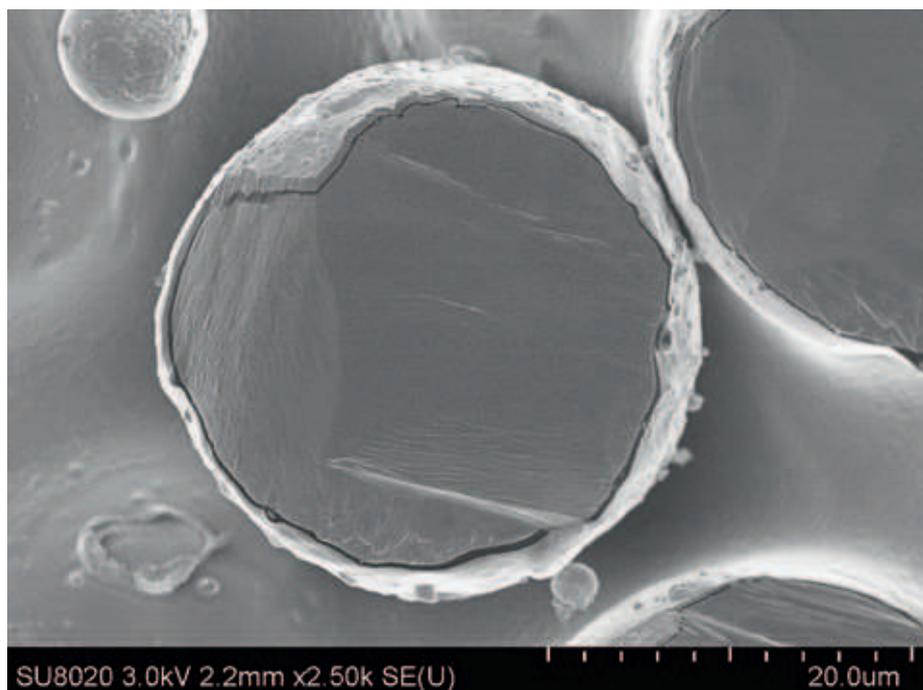


Illustration 2: dépôt core-shell de Ti sur poudre de cuivre

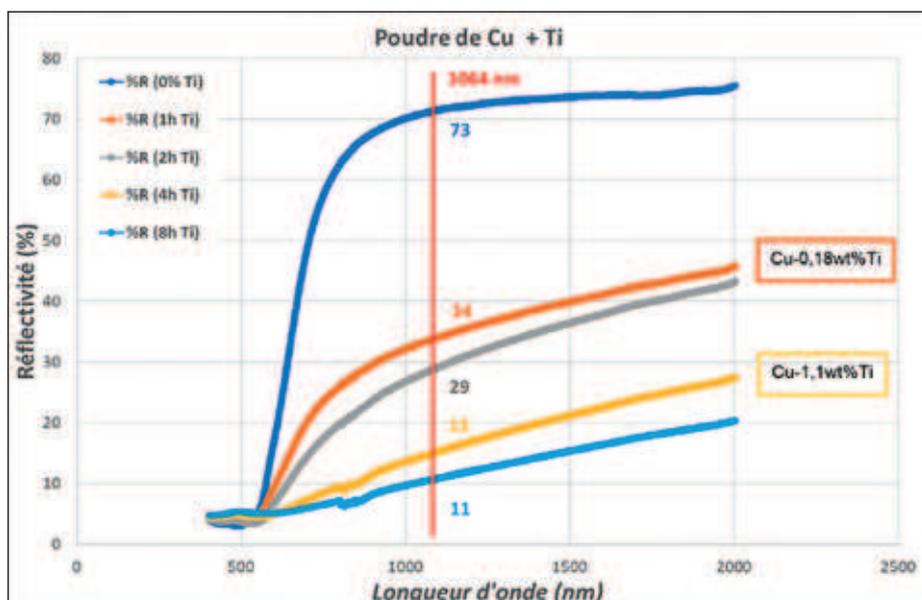


Illustration 3: réflectivité d'une poudre de cuivre revêtue de Ti en fonction de la longueur d'onde

(oxydes, nitrures, carbures...) mais aussi des polymères. Les dépôts réalisés vont de quelques dizaines de nanomètres jusqu'au micromètre. La composition du dépôt et donc de la poudre après traitement peut être réglée de manière fine afin d'ajuster la composition de la poudre au désir du consommateur final. De plus, s'il est possible de réaliser des «nanostructures» afin d'optimiser la surface spécifique des particules, il est également possible de réaliser un dépôt recouvrant parfaitement la surface de chaque grain constituant la poudre (formation d'un «core-shell»).

Les applications de cette technologie sont diverses dans les domaines tels que les colles techniques (conductrices par exemple), la catalyse, les matériaux composites, le frittage, la projection thermique, etc. ainsi évidemment qu'en fabrication additive. A travers le projet OPP3D (CORNET), Materia Nova a démontré l'intérêt de modifier une poudre de cuivre utilisée en

impression 3D par LASER par la réalisation d'un core-shell de titane autour de ses grains. En effet, les matériaux comme le cuivre, fortement réfléchissants vis-à-vis de la longueur d'onde du LASER, limitent le procédé de fusion et donc la mise en œuvre de ces poudres en additive manufacturing. Il a été démontré qu'une fine couche de titane, ne représentant que maximum 1 pourcent en poids de la poudre, permettrait d'améliorer l'absorption du LASER de 22% à plus de 85%. Ceci permet de gagner en efficacité d'absorption, d'intensifier le procédé de fusion et d'obtenir des vitesses de mise en œuvre plus élevées.

Comme attendu, la qualité de la pièce en est améliorée. Celle-ci présente une plus faible porosité ce qui en améliore les propriétés mécaniques. En effet, la porosité d'une pièce réalisée à partir de poudre de cuivre pure est de 23% alors que l'utilisation d'une poudre de cuivre revêtue de 1,1 % en poids de titane diminue

la porosité de la pièce fabriquée brute à 3,5%.

D'autres fonctionnalités peuvent être obtenues par traitement de la surface de poudre pour la fabrication additive. Par exemple, citons la possibilité de fabriquer des compositions de poudre «à la carte». En effet, comme déjà évoqué cette technique permet de contrôler de manière fine la composition de l'«alliage» de poudre souhaité. On parlera plutôt de poudre semi-alliée en ce sens qu'il ne s'agit pas d'un alliage conventionnel, le composé chimique est déposé en surface de la poudre et non constitutif du cœur du matériau. Mais, il ne s'agit pas non plus d'un simple mélange de poudres de natures différentes. L'utilisation de ces poudres ainsi modifiées constitue encore un sujet d'étude important chez Ionics et Materia Nova.

Un autre exemple consiste en la réalisation potentielle de matériaux ultra légers. En effet, ce procédé a déjà permis de revêtir de divers matériaux métalliques des matériaux céramiques creux. La mise en œuvre de ces matériaux dans des procédés de fabrication additive permettrait dès lors la fabrication de pièces ultra légères possédant néanmoins un certain niveau de propriétés mécaniques.

En conclusion, la technologie de revêtement de poudre par PVD (PLAMECO) permet de créer des structures core-shell, de réaliser des alliages de spécialité, d'améliorer et d'intensifier les procédés de fabrication additive et, d'apporter certaines fonctionnalités. Les perspectives envisagées sont la protection des poudres (explosivité, anti-oxydation) ainsi que l'amélioration de la coulabilité et l'anti-colmatage des celles-ci.



Pure Cu-powder
23,4% Porosity



Ti-coated Cu-powder 0,18 wt%
17,6% Porosity



Ti-coated Cu-powder 1,1 wt%
3,5% Porosity

Illustration 4: pièces mises en œuvre par l'institut de recherche FEM dans le cadre du projet OPP3D