

Matinée thématique

« La finition de surface des pièces métalliques ou plastiques générées par les techniques additives » organisée par Promosurf

Une quarantaine de participants se sont réunis le 6 décembre 2018 au Sirris à Liège pour mieux appréhender la problématique de finition de surface des pièces produites par fabrication additive.

La fabrication additive par fusion d'un lit de poudre fait partie des technologies prometteuses dans le domaine de l'impression 3D. Elle se présente comme une technologie de rupture pour l'industrie avec un fort potentiel de complexification géométrique de pièces techniques. Par ailleurs, cette méthode permet de conférer de nouvelles propriétés ou fonctions aux pièces réalisées.

Il y a donc un intérêt marqué de la part des secteurs de pointe comme l'aérospatial, l'aéronautique ou le médical pour repousser les limites atteintes par les techniques plus traditionnelles comme l'usinage ou l'injection.

Cependant, l'état de surface des pièces générées par l'impression 3D présente un aspect rugueux qui peut impacter la fonction ou l'apparence de la pièce. En sortie de machine, les pièces issues des techniques additives sont plutôt rugueuses (de 5 à 25 μm Ra). En outre, elles présentent en surface des particules collées susceptibles de se décrocher lors de l'utilisation de la pièce ainsi que des petites aspérités qui agissent souvent comme des amorces de rupture ou encore des puits de produits corrosifs. Ces différents défauts peuvent entraîner l'endommagement de la pièce. Pour répondre à ces challenges techniques, différentes technologies de post-traitement de finition de surface, via des méthodes soustractives ou additives, ainsi que leurs combinaisons ont été évaluées.

Julien Magnien du Sirris nous présente la problématique de la fabrication des pièces par les technologies 3D.

Le compromis de la technique sera choisi en fonction du coût par rapport au nombre de pièces à réaliser et à leur complexité.

Les problèmes de rugosité apparaissent dans la plupart des techniques choisies: rugosité des « grains » déposés, résidus du support et du moulage (figure 1) et problème de dépôt par couches superposées (figure 2).



Figure 1: résidus du support



Figure 2: couches superposées

L'impression 3D nécessite donc un traitement de surface après fabrication afin de réduire cette rugosité pour des raisons mécaniques et esthétiques.

Différentes technologies existent pour atténuer cette rugosité de surface: les technologies chimiques/électrochimiques et les technologies mécaniques, type sablage ou tribofinition.

Nicolas Nutal du CRM nous explique ensuite, après analyse du support, les avantages des différentes méthodes proposées (figure 3).

Le choix de la meilleure technologie de traitement de surface se fera en fonction du procédé, du type d'impression 3D choisi et de sa méthode de fabrication.

Le Sirris Diepenbeek, représenté par Patrick Cosemans, a travaillé, dans le cadre du projet CORNET T-CAM, sur les surfaces plastiques de pièces réalisées par fabrication additive. Le but est, comme pour le métal, de diminuer la rugosité de surface et d'apporter des fonctionnalités de surface comme la protection UV du plastique ou une esthétique particulière. Différentes méthodes de préparation de surface sont envisagées: le polissage manuel, le sablage, la tribofinition ou encore l'effet lissant d'une vapeur de solvant (figure 4).

Le paramètre caractéristique suivi pour comparer ces différents traitements est le Rz qui rend compte de la hauteur des pics de rugosité. Différents types de peintures ont été appliqués et comparés. Ils ont été choisis pour leurs différentes propriétés physico-chimiques (viscosité, extrait sec, type de cuisson (thermique ou UV)) et chimiques comme les acrylates, les polyuréthanes ou polysilazanes en mono ou bi-composants solvantés. Deux techniques d'application ont été évaluées: le trempé ou l'aspersion. Les peintures ont été appliquées en 1, 2, 3 ou 4 couches successives avec ou sans prétraitement. Il semble que ce dernier soit vraiment efficace à partir d'une rugosité plus basse pour limiter le nombre de couches de peinture. De plus, il semble préférable de multiplier les couches fines plutôt que d'appliquer une monocouche épaisse.

Dans le cadre du même projet CORNET, Florin Duminica du CRM présente les ré-

METHODE	MATERIALS		PART SIZE COMPLEXITY	ACCESSIBILITY		ROUGHNESS REDUCTION	REMOVAL RATE	SAFETY	PROCESS CONTROL	SYSTEM PROVIDERS
	TI	SS		EXT	INT					
BLASTING	⊙	⊙	++	*	-	+	+++	+++	+	Rosin, Wheelabrator
MICRO-MACHINING	⊙	⊙	++	+++	-	+++	++	+++	++	...
ELECTRODISCHARGING MACHINING	⊙	⊙	+++	+++	-	+++	++	++	++	Maple Finlay
TRIBOFINISHING	⊙	⊙	++	+++	*	+++	+	+++	+++	Rosin, Ramchem Microzet
ISP	⊙	⊙	++	+++	++	+++	++	+++	+++	Raytek, REMChem, Rosin
ABRASIVE FLOW MACHINING	⊙	⊙	++	(++)	++	(++)	(++)	+++	++	Eurochem, flow grinding
CHEMICAL POLISHING	⊙	⊙	+++	+++	+++	++	+++	+	++	Tectracon, Pulga
ELECTROPOLISHING	⊙	⊙	+++	+++	*	++	+++	+++	+++	Gerdynne, Dym, Elysa, Patis
PLASMA ELECTROLYTIC POLISHING	⊙	⊙	*	++	++	++	+++	*	++	Plaxone
LASER POLISHING	⊙	⊙	*	+++	-	+++	++	*	++	Innovation Hytek
LASER ABLATION	⊙	⊙	*	+++	-	+++	+	*	++	Balta Hytek
THERMAL DESLURRING	⊗	⊙	++	+++	+++	(*)	+++	+++	+	Eduzione

⊙ Suitable ⊗ May be applicable * Not applicable +++ Excellent ++ Good + Reasonable - Bad/Not possible | More sources needed for confirmation. Acronyms: TI = Titanium, SS = Stainless Steel, EXT = External surface, INT = Internal Surface, ISP = ultrasonic Superfinishing

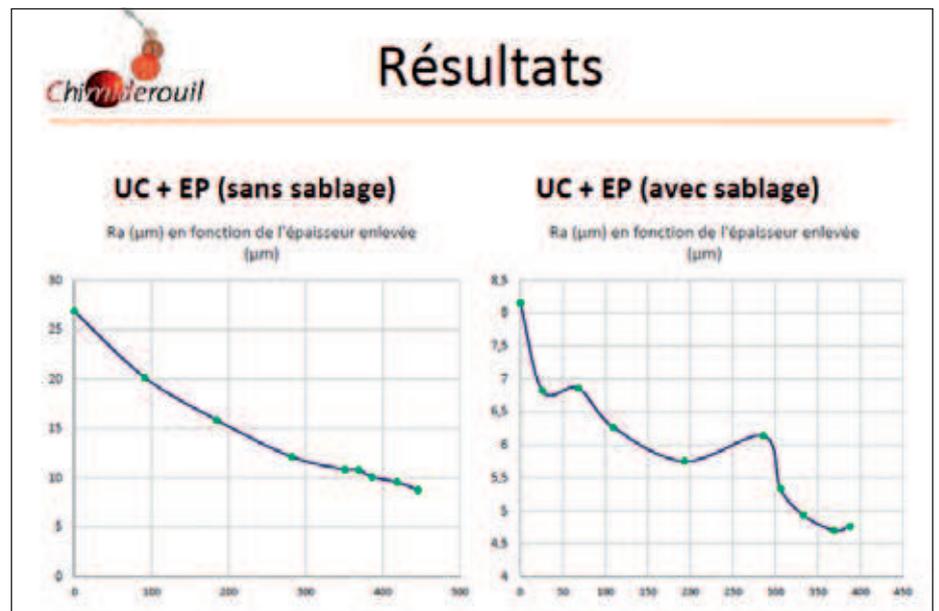
Figure 3

Figure 4

sultats obtenus sur les surfaces métalliques. Florin passe en revue plusieurs techniques soustractives et additives pour diminuer la rugosité des surfaces métalliques fabriquées par additive manufacturing. La première technique présentée est le polissage électrochimique qui permet d'atteindre des rugosités $Ra < 1 \mu m$ mais qui ne peut pas éliminer les défauts de lignage inhérents à la construction des pièces.

Des dépôts de nickel chimiques peuvent aussi permettre seul ou en combinaison avec le polissage de lisser la surface. Des sol-gel lissants ont aussi été appliqués sur des pièces tribo-finies. Il est possible de descendre à $Ra < 2 \mu m$ avec 2 couches. Des dépôts PVD de chrome sur ce genre de couches permettent d'avoir un effet métallique brillant, signe que la surface préparée est déjà bien lisse. Des couches plus exotiques comme les DLC (Diamond like coatings) utilisées pour leur haute dureté et leur propriété tribologique ont été réalisées. De même, un produit easy-clean sur les pièces brutes montre un effet ultra-mouillant de l'eau sur la surface métallique.

Ensuite, Jonathan Duquesnoy de la société Chimiderouil présente une étude d'usinage chimique de pièces (générées par fabrication additive) en Ti6Al4V. Ces premiers tests ont pour but d'éliminer les particules non adhérentes en surface des pièces et à limiter les risques de corrosion. Cette attaque chimique avec un mélange d'acide nitrique et fluorhydrique permet d'enlever de 0,01 à 1,5 mm. Dans ce cas-ci, Chimiderouil se limite à 300 μm et compare la rugosité finale avec un pré-sablage et différents ratio HNO_3/HF . L'attaque des



acides diminue fortement la rugosité dès les premières dizaines de microns mais l'effet semble atteindre un palier. Le sablage initial apporte un effet significatif cumulatif avec l'usinage chimique. Des conclusions similaires sur AISI 10Mg et Inox 316L peuvent être dressées.

Pour terminer, Perrine Leroy de la société Ionics nous présente une technologie de traitement de poudre par plasma sous vide. Cette technologie permet de revêtir des poudres ou petites pièces polymères, métalliques ou céramiques avec des couches métalliques très fines ($< 1 \mu m$).

Les applications sont multiples: la catalyse, des core-shell comme micro-réservoir ou des poudres traitées pour l'additive manufacturing. Il est ainsi possible de traiter une poudre de Ti6Al4V avec une couche de cuivre. Le cuivre absorbant mieux le faisceau laser, la pièce est finement bien moins poreuse car la poudre fond mieux. Il

suffit de 1,1% de cuivre pour passer d'une porosité de 23% à 3,5%.

La matinée s'est clôturée par un lunch et un agréable moment de réseautage. En début d'après-midi, les participants ont eu l'occasion de visiter les installations de fabrication additive présentes chez Sirris ainsi que celles installées au Pôle des Matériaux de Wallonie.