



Demi-journée sur la

Durabilité des matériaux métalliques issus de procédés de fabrication additive

organisée par le Cercle d'Études des Métaux dans le cadre du congrès 'Matériaux 2018'

Strasbourg, mardi 20 novembre 2018

La conférence MATERIAUX 2018 tenue sous l'égide de la Fédération Française des Matériaux s'est tenue à Strasbourg du 19 au 23 novembre. Elle a proposé 18 colloques thématiques dont le n°5 intitulé 'Corrosion et durabilité', confié au CEFRACOR. Il incluait une demi-journée organisée par le Cercle d'Études des Métaux. Dédiée à la durabilité des matériaux métalliques issus de procédés de fabrication additive, elle a été préparée sous la responsabilité de Cédric Bosch, enseignant-chercheur à l'École des Mines de Saint-Etienne:

9H45-10H15 : Key note : "Structures et défauts inhérents aux procédés de fabrication additive métallique : REX naval group' par Guillaume Rückert, expert "Mise en œuvre des matériaux métalliques" au Naval Group - DIT/ Research/CESMAN - Technocampus Ocean

10H15-10H30 : Tiphaine Schott CETIM GRAND EST Mulhouse

Durabilité de l'acier AISI 316L issu de fabrication additive : influence de la microstructure brute et de la surface brute sur la résistance à la corrosion

10H30-10H45 Nizar Guennouni ENSIACET Toulouse

Etude de la sensibilité à la corrosion sous contrainte d'un acier inoxydable martensitique obtenu par fabrication additive

10H45-11H00 Adrien Barroux. CIRIMAT-ENSIACET Toulouse

Corrélation microstructure / comportement en corrosion de l'acier 17-4 PH élaboré par fusion laser sur lit de poudre

11H30 11H45 Michella Alnajjar MINES SAINT-ETIENNE Saint-Etienne

Corrosion resistance of 17-4 PH stainless steel fabricated by Selective Laser Melting

11H45-12H00 Nicolas Ramenatte Université de Lorraine, Nancy

Etude de la réactivité de surface d'échantillons d'Inconel 625 élaborés par fabrication additive

12H00-12H15 Christophe Reynaud CETIM Saint-Etienne

Traitements thermiques et essais de corrosion sur un alliage de cobalt au chrome Co-Cr réalisé en fabrication additive LBM

12H15 12H30 Antoine Casadebaigt Institut de recherche Technologique Saint-Exupéry Toulouse

Oxydation à haute température (500-600 °C) sous air de l'alliage TA-V élaboré par fabrication additive

Quelques enseignements de la demi-journée sur la durabilité des matériaux métalliques issus de la fabrication additive

Guillaume Ruckert, expert matériaux à Naval Group (Nantes) a présenté la key-note et souligné l'intérêt des fabrications additives dans le contexte particulier de la construction navale: objets techniques complexes (100 000 pièces sur un porte avion), pas d'effet de série, omniprésence de l'eau de mer et du brouillard salin. Ont suivi sept présentations concernant l'acier inoxydable (316 L et 17-4PH), l'inconel 625, le Co28Cr6Mo, le Ta6V. Elles ont concerné la résistance aux ions chlorures, la corrosion sous contrainte, l'oxydation à chaud, la tribo-corrosion.

En organisant la session, le CEM avait en tête une question: les fabrications additives métalliques se comparent-elles, en matière de tenue à la corrosion, aux fabrications classiques ? Sans pouvoir tirer de conclusions définitives, quelques faits saillants sont apparus.

Dans les exemples présentés, la tenue des fabrications additives est équivalente, voire supérieure à celle des pièces obtenues de façon conventionnelles. Les structures colonnaires ou la rugosité des surfaces ne sont pas l'obstacle dirimant qui ferait proliférer la corrosion par piqûration et la corrosion cavernueuse, qu'il faut craindre néanmoins comme le montre la littérature.

Cette constatation vaut pour l'ensemble des alliages présentés, ferreux, superalliages base chrome ou nickel, titane. Même soumis à un refroidissement très rapide au moment de sa mise en forme, un acier inoxydable reste inoxydable. C'est plutôt du côté des procédés qu'il faut et du parachèvement des pièces qu'il faut chercher ce qui introduit des différences en matière de durabilité.

La première considération est une évidence : la qualité des poudres joue un rôle clef. Des impuretés peuvent créer un amorçage, tout comme des inclusions peuvent compromettre les qualités d'un acier laminé. Avec la multiplication des fabrications additives les approvisionnements se feront plus sûrs, comme dans tout développement technologique.

Le procédé est un deuxième point sensible. La session a surtout concerné des fabrications par fusion laser sur lit de poudre. Il a été noté que la stratégie de lasérage créait des différences : une meilleure tenue par des couches déposées à angles variables qu'en échiquier avec de l'inconel, par exemple.

Aujourd'hui il y a une compétition de techniques de fabrication additive (fusion par laser ou par faisceau d'ions, lit de poudre ou fil, utilisation ou non de déliantage...). Toutes n'auront pas un avenir industriel et l'un des critères discriminant sera peut-être la durabilité (pas seulement la corrosion, mais aussi la fatigue, la corrosion sous contrainte, et d'autres). Ceci, la demi-journée dont il est rendu compte ici n'a pas pu l'établir.

Tout comme avec les fabrications classiques, le post-traitement des fabrications additives a toute son importance. Les traitements thermiques sont efficaces avec les deux. Les exemples présentés ont mis en lumière tout l'intérêt de la compaction isostatique à chaud, qui referme les pores, et des traitements de surface (le nano-grenaillage est une possibilité). Là se pose une question. Une des têtes de ponts de la fabrication additive dans sa conquête de la pratique industrielle est tout ce qui concerne l'échange de la chaleur, des moteurs d'avion aux moules d'injection. Et précisément, les conduits où circule l'eau (attention aux ions chlorures) ne peuvent être ni compactés ni traités en surface.

Mais la convergence des résultats présentés fait forte impression : meilleure résistance à la corrosion généralisée, piqûres exceptionnelles (plus rarement que l'on ne pouvait le craindre sur les porosités), tenue à chaud comparable... Ces constatations sont revenues dans les sept présentations. Mais comme beaucoup dépend des paramètres du procédé employé, il faut arrêter ici les conclusions générales et découvrir les présentations au cas par cas. Le lecteur est invité à faire dans les pages qui suivent et qui recueillent les diapositives projetées en séance.