

Post-doctoral position for 12 months

« 3D printing of cemented tungsten carbides by Direct-Ink writing »

Supervisors: Xavier Boulnat, Laurent Gremillard ; Collaboration LMI : Olivier Dezellus

Laboratory : MATEIS (UMR CNRS 5510) – INSA de Lyon, 25 av. Jean Capelle, 69621 Villeurbanne Cedex, France

Starting date : Mars 2020 (flexible)

Duration : 12 mois

Salary : 2000€ per month (net)

Context of the study :

Cemented carbides, which are highly used by the industry as cutting tools and wear parts due to their extremely high hardness and wear resistance, are composite materials traditionally made of Tungsten Carbides (WC) and a metallic Cobalt (Co) binder. Cemented tungsten carbides WC-Co are produced by powder metallurgy and have to be dense at 99.5%. Current considerations lead to propose solutions in order to reduce the raw material consumption needed for the production of industrial components by the use/development of innovative process such as 3D printing and the development of more efficient grades (Co-free if possible).

Among the available 3D printing methods, direct-ink writing or robocasting allows producing composite materials, porous or dense, at a moderate cost. This technology is an indirect process which consists, first, by the printing of an object by the extrusion of ink composed of a ceramic, metal, and polymer mixture. Then, the part is debinded (polymer removal) and densified by liquid-phase sintering.

Project objectives :

The project is focused on the additive manufacturing topic, which is separated in three main steps and objectives.

Part 1 : Reference material

Studying the influence of the WC grain size and the Co fraction on the mechanical properties and the limits of ink preparation (powder volume fraction). The post-doctoral researcher will have to prepare inks, to print objects, and then to mechanically and microstructurally characterize sintered parts.

Part 2 : A new Co-free grade

A new grade of cemented carbide, compatible with the selected technology, where Co metallic binder will be partially or totally replaced by Fe/Ni/Co based alloy will be developed. The objective is to obtain competitive hardness and toughness properties in comparison with reference materials.

This point will be divided in three sub-steps:

- (i) a numerical study by thermodynamic modeling of potential metallic binder (with LMI lab).
- (ii) an experimental validation by the preparation of the developed grade follow by the printing/debinding/sintering.
- (iii) Mechanical and microstructural characterization.

Part 3 : Process validation/industrialization

A selected grade will be used to print an industrial prototype on the equipment based at INSA and the industrial partner. The study will have to valid the printing strategy and the optimization of the nozzle displacements. The scale effects which take place during debinding and sintering thermal cycles (cracking, densification, strain) will be also analyzed.

Required profile :

The candidate should hold a PhD in material science or mechanics and must have a strong feeling for experimentation and process. The recruited person must be rigorous and autonomous in order to perform 3D printing. She/he should be able to take initiative and propose experimental protocols according to the first results. She/he will have to make the link between the laboratory and the company and report her/his progress frequently in the form of synthetic presentations. At the end of the contract, a detailed report on the feasibility of 3D printing of cemented carbides by robocasting, and at least one scientific publication on the process / materials / properties issues must be produced.

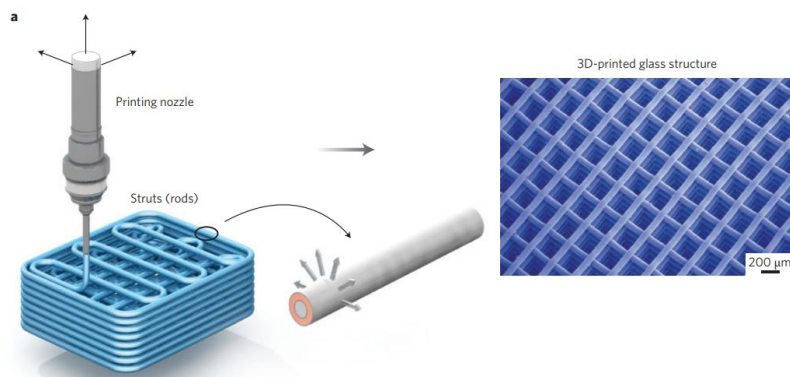
Industrial partner:

Evatec-Tools is a cemented tungsten carbide manufacturer of specific components for cutting, wear and stamping tools.

Application :

Please send to xavier.boulnat@insa-lyon.fr (and in CC to sebastien.dezecot@evatec-tools.fr):

- one detailed resume (CV) with references, including the PhD supervisor
- one cover letter



General principle of robocasting process



(a)



(b)

Parts produced by 3D extrusion of (a) ceramics and (b) tungsten carbide.

Post-doc 12 mois

« Impression 3D de carbures de tungstène cémentés par Direct-Ink writing »

Encadrant : Xavier Boulnat, Laurent Gremillard ; Collaboration LMI : Olivier Dezellus

Laboratoire d'accueil : MATEIS (UMR CNRS 5510) – INSA de Lyon, 25 av. Jean Capelle, 69621
Villeurbanne Cedex

Début : Mars 2020 (flexible)

Durée : 12 mois

Rémunération : Environ 2000€ net par mois

Contexte de l'étude :

Les carbures cémentés, qui sont fortement utilisés dans l'industrie sous forme d'outils coupants et pièces d'usures du fait de leurs très grandes duretés et résistances à l'usure, sont des composites traditionnellement constitués de Carbure de Tungstène (WC) et d'un liant métallique en Cobalt (Co). Les carbures de tungstène cémentés WC-Co sont fabriqués par métallurgie des poudres et doivent être denses à plus de 99.5%. Le contexte actuel pousse à proposer des solutions pour économiser la matière nécessaire à produire des pièces industrielles par l'utilisation/développement de procédés innovants tels que la **fabrication additive composite** et le développement de nouvelles nuances plus performantes et exemptes de Cobalt.

Parmi les méthodes d'impression 3D, le robocasting ou direct-ink writing permet de fabriquer des matériaux composites, denses ou poreux, à coût modéré. Cette technologie est une méthode indirecte qui consiste en l'impression d'un objet, via l'extrusion d'une encre composée de charges céramiques et métalliques et d'un gel, qui sera ensuite délianté et fritté afin d'obtenir ces propriétés finales.

Objectifs du projet :

Le projet concerne la partie fabrication additive et se décline en trois étapes et objectifs principaux. La personne recrutée devra :

Partie 1 : Matériaux de référence

Etudier l'influence de la taille de grain de carbures et de la fraction de Co sur les propriétés mécaniques et les limites de préparation des encres (taux de charge principalement). Cela implique la préparation des encres, l'impression 3D puis la caractérisation microstructurale et mécanique des objets imprimés.

Partie 2 : Nouvelle nuance sans Cobalt

Développer une/des nuances alternatives avec un liant métallique à base Fe/Ni/Co compatible avec la technologie d'impression et les propriétés de dureté/ténacité visées.

Ce point sera décomposé en :

- (i) une étude de simulations thermodynamiques des liants possibles (collaboration LMI)
- (ii) une phase de validation expérimentale par mélange de poudres métalliques puis impression/déliantage/frittage
- (iii) Caractérisation microstructurale et mécanique

Partie 3 : Validation/industrialisation du procédé

Sur une nuance prometteuse, réaliser l'impression d'un démonstrateur sur la machine à l'INSA puis sur la machine à Evatec. L'étude devra valider la stratégie d'impression ainsi que l'optimisation du parcours de la buse d'impression. Les effets d'échelle pouvant exister lors des cycles thermiques de déliantage et frittage (fissuration, densification, déformations) seront aussi analysés.

Profil recherché :

Personne titulaire d'un doctorat en matériaux ou en mécanique avec un goût prononcé pour l'expérimental et les procédés. La personne recrutée devra faire preuve d'une grande rigueur et d'une bonne autonomie lui permettant de prendre en main les essais d'impression 3D. Il/Elle devra être capable de prise d'initiative et proposer des protocoles expérimentaux en fonction des premiers résultats. Il/Elle devra faire le lien entre le laboratoire et l'entreprise et rapporter son avancement fréquemment sous forme de présentations synthétiques. Les livrables de fin de contrat seront un rapport détaillé de la faisabilité d'impression 3D de carbures cémentés par robocasting, ainsi qu'au moins une publication scientifique sur les enjeux procédés/matériaux/propriétés.

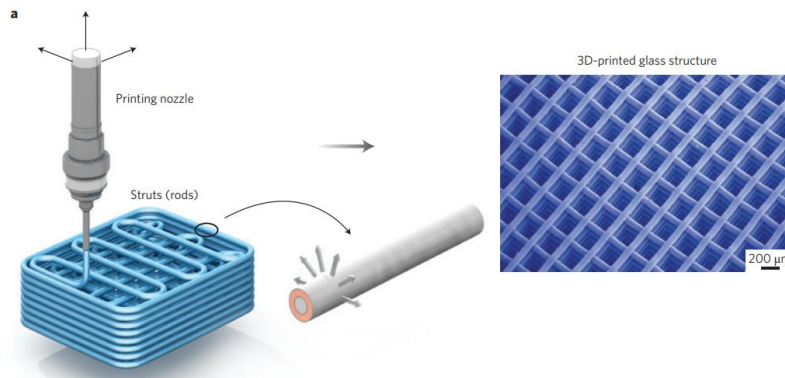
Partenaire industriel :

Evatec-Tools, carburier et fabricant de composants spécifiques en carbure de tungstène pour les outils d'usinage, les pièces d'usures et les outillages de frappe.

Candidature :

Merci d'adresser à xavier.boulnat@insa-lyon.fr (et en copie à sebastien.dezecot@evatec-tools.fr):

- un CV détaillé, avec référence(s) à contacter dont directeur de thèse
- une lettre de motivation



Principe de fonctionnement du robocasting.



(a)



(b)

Exemple de composants fabriqués par impression 3D par extrusion (a) en céramique et (b) en carbure