

Formation Spécialisée MASTERE DMS Design des Matériaux et des Structures

OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2022/2023

Encadrement

Pierre Sallot (SAFRAN), Christophe Colin et Jean-Dominique Bartout (CDM – Mines Paris)

Titre

Etude des propriétés et de l'imprégnation de différents liants de Binder Jetting dans un lit de poudre d'Inconel 718

Contexte

Les procédés de fabrication additive métallique sans fusion (faisant appel à une étape de frittage) offrent des perspectives intéressantes pour produire des pièces aéronautiques traditionnellement réalisées avec des procédés conventionnels. Safran s'intéresse notamment au procédé Metal Binder Jetting consistant à mettre en forme des pièces par projection et infiltration de liant sur un lit de poudre, lesquelles sont ensuite réticulées, déliantées et frittées. Aujourd'hui, l'interaction entre le liant et la poudre est peu étudiée en dehors des développements internes réalisés par les fabricants de machines. Une étude est donc proposée en ce sens avec différents liants commerciaux qui seront caractérisés. Des essais seront réalisés avec une poudre d'Inconel 718, un superalliage base nickel très répandu dans l'aéronautique.

Objectif et travail proposé

Les objectifs sont :

- Etudier le comportement de plusieurs liants commerciaux. La comparaison de différentes propriétés comme leur viscosité, leur tension de surface, leur angle de mouillage, leur densité, leurs températures de décomposition, leur fraction massique de solvants et leur composition permettra de mieux comprendre les propriétés nécessaires au liant pour assurer un bon écoulement dans la tête d'impression et garantir une bonne impression des pièces;
- Etudier l'interaction des liants avec une poudre déjà caractérisée d'Inconel 718. Il conviendra alors de mesurer les phénomènes d'évaporation des solvants, de la réticulation du polymère et de son déliantage au sein d'un mélange de poudre et de liant par analyses calorimétriques. De ces essais, on pourra en déduire le domaine de température et l'énergie massique associée à chaque phénomène cité ci-avant;
- Etudier les phénomènes d'imprégnation des liants au sein du lit de poudre. Pour ce faire, on utilisera le modèle à 4 gouttes défini par le Centre des Matériaux (CdM) et l'essai de la goutte posée pour en déduire le coefficient d'étalement de la goutte de liant sur le lit de poudre. Ce coefficient d'étalement rendra compte du recouvrement latéral entre gouttes et du débordement du liant hors de la surface CAO. Pour chacun des liants commerciaux, la longueur d'infiltration sera recherchée et le recouvrement axial des volumes infiltrés d'une couche sur l'autre sera évalué. Cette longueur infiltrée sera étroitement liée à la tenue mécanique du réticulé;
- En fonction de la compatibilité des liants avec la machine présente au CdM (cleaner et tête d'impression), des essais d'impressions seront envisagés.

Des essais de formulation de liants supplémentaires sur la base de la bibliographie et la publication de brevets pourront être envisagés avant leur caractérisation comme mentionné précédemment.

L'enjeu sera, sur la base des paramètres d'impression déjà identifiés lors d'études antérieures, de faire le lien entre les paramètres caractérisant les différents liants et l'impact que ceux-ci peuvent avoir sur la fenêtre d'impression et la tenue des pièces à vert.

Au premier semestre, un état de l'art sera réalisé à travers une étude bibliographique dédiée et l'étudiant de maîtrise devra se familiariser avec l'approche du CdM (modèle d'infiltration, modèle à 4 gouttes pour la saturation vraie). Puis, une importante campagne expérimentale sera menée au second semestre, incluant la caractérisation des liants, la caractérisation des interactions poudre/liants et la caractérisation des échantillons réticulés par flexion 4 points.

Compétences et Profil recherché

Capacité d'analyse et de synthèse, de la rigueur de l'autonomie et une grande force de proposition. De bonnes connaissances en matériaux et en mécanique et un goût prononcé pour le travail expérimental serait un atout.