

Optimisation de contraintes résiduelles dans une pièce construite en fabrication additive

Lieu du stage : SAFRAN TECH et Centre des Matériaux

Encadrement :

SAFRAN TECH : Bruno Macquaire

Centre des Matériaux : Matthieu Mazière, Guillaume Marion, Djamel Missoum-Benziane

Résumé :

Ce stage a pour objectif d'étudier de manière expérimentale et numérique les contraintes résiduelles dans les pièces construites en fabrication additive par les procédés de fusion laser sélective et de dépôt de poudre. Pour cela une éprouvette technologique sera conçue afin de maximiser l'apparition de contraintes résiduelles lors de la fabrication. L'influence des paramètres de fabrication sera alors étudiée afin de définir des « bonnes pratiques » pouvant être étendues à d'autres géométries utilisant le même matériau.

Sujet :

L'apparition de contraintes résiduelles est un problème récurrent dans les pièces issues de la fabrication additive. Ces dernières peuvent mener durant la fabrication à l'apparition de défauts dans les pièces, voire à la rupture dès la fin du processus de fabrication. Les paramètres de pilotage du procédé de fabrication comme la trajectoire du faisceau laser, sa vitesse, ainsi que la puissance apportée peuvent jouer sur le niveau de ces contraintes résiduelles. Il est donc indispensable de savoir optimiser ces paramètres pour garantir une bonne qualité des pièces finies.

Les codes de simulation numérique des procédés de fabrication additive sont un bon exemple de construction logicielle qui nécessite des compétences multiples, puisqu'il faut à la fois (i) faire évoluer de façon dynamique les géométries des pièces (soit les maillages dans le cas d'une approche par calcul par éléments finis), (ii) identifier les conditions aux limites de la thermique par référence à des expériences de recalage, (iii) disposer de lois d'évolution capables de prendre en compte les violentes évolutions de microstructures associées aux cycles thermiques générés par le procédé, et enfin (iv) savoir faire la relation entre les microstructures et les propriétés mécaniques. L'expérience du Centre des Matériaux depuis une dizaine d'années a permis de mettre au point un tel cadre, qu'il s'agira d'utiliser dans des configurations particulières en l'adaptant au matériau choisi. Outre les champs thermiques et mécanique transitoires, le code fournit les microstructures (phases en présence, taille et morphologie des grains), et il permet d'estimer de manière rapide et efficace les contraintes résiduelles en fin de fabrication pour un jeu de paramètres de fabrication donné. Il est ainsi possible par le biais d'expériences numériques d'explorer un grand nombre de conditions opératoires, en jouant de manière extensive sur la géométrie des pièces et sur les paramètres de fabrication pour définir les bonnes pratiques permettant pour un matériau donné de minimiser les contraintes résiduelles.

Programme du stage :

- Prise en main de l'outil de simulation des procédés DMD et SLM développé durant deux précédentes thèses (Longuet, 2010) et (Marion, 2015)
- Choix d'un matériau d'étude
- Conception d'une éprouvette technologique fabriquée en fusion laser sélective et dépôt de poudre maximisant l'apparition de contraintes résiduelles lors de la fabrication
- Étude numérique de l'influence des paramètres de fabrication (trajet, vitesse et puissance du laser) sur les valeurs des contraintes résiduelles en fin de fabrication
- Validation expérimentale par fabrication de l'éprouvette technologique suivant les stratégies les plus discriminantes.
- Définition d'un cahier de recommandations pour la minimisation des contraintes résiduelles lors de la fabrication des pièces par fabrication additive