

## SUJET DE THESE G-SCOP 2017

**Titre de la thèse :** Optimisation des trajectoires en fabrication additive basée sur la simulation

**Directeur(s) de thèse :** Frédéric VIGNAT - François VILLENEUVE

**Ecole doctorale :** I-MEP2

**Date de début** (souhaitée) :

01/10/2017

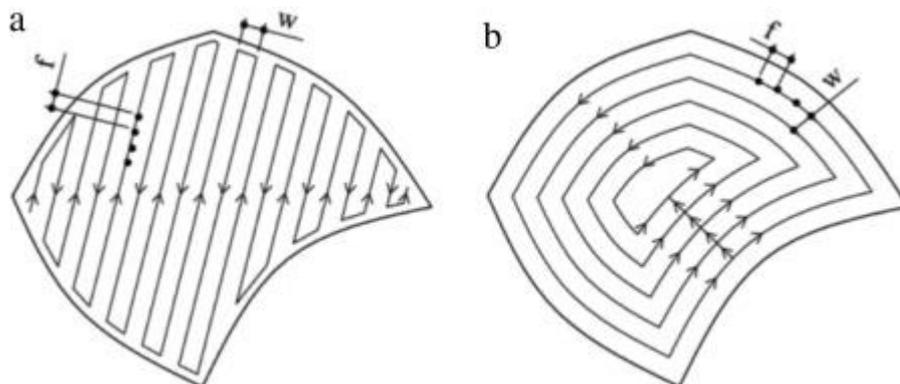
**Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels :**

Allocation de l'école doctorale

**Description du sujet :**

La fabrication additive de pièce par technologie lit de poudre passe par la détermination de trajectoires de balayage d'un faisceau (faisceau d'électron ou laser) et d'une stratégie de fusion associée aux différentes zones de cette trajectoire. La stratégie de fusion consiste en un jeu de paramètres tels que la puissance du faisceau, sa focalisation et sa vitesse de déplacement. Cette stratégie varie le long de la trajectoire déterminée pour s'adapter aux conditions telles que le ratio matière dense / poudre aux alentours de la zone fondue ou l'historique récent de passage du faisceau.

A l'heure actuelle les trajectoires de fusion sont souvent une combinaison de contours (cf figure 1b) et zigzag (cf figure 1a) déterminés à partir de la géométrie et d'un paramètre d'offset  $w$  dépendant des caractéristiques de fusion et en particulier des dimensions de la zone de fusion (souvent nommée piscine de fusion). Ces dimensions dépendent de la stratégie de fusion qui est souvent prédéterminée lors de l'étape de calcul des trajectoires. Cette stratégie est ensuite adaptée le long de la trajectoire, à partir de la stratégie initiale, pour s'adapter aux conditions locales. La détermination de cette variation de stratégie se base souvent sur des modèles thermiques simples (1D) jouant sur la vitesse de balayage du faisceau pour faire varier l'énergie apportée par zone.



## Figure 1 : trajectoires du faisceau

Les travaux de thèse de Nicolas Béraud [1] ont permis la mise au point d'une simulation rapide du procédé EBM basée sur des abaques. La simulation développée permet d'obtenir de manière rapide une carte de température tout au long du procédé de fabrication. Il a proposé l'utilisation de cette simulation pour l'optimisation de la vitesse de balayage avec pour objectif d'obtenir une température maximale atteinte en chaque point comprise entre 2 valeurs. La détermination de ces 2 valeurs a été effectuée par essai et doit garantir une fusion correcte et sans porosité du matériau tout en limitant surfusion et déformations thermiques.

La méthode proposée est une ébauche du travail de recherche proposé dans le cadre de la thèse. En effet dans ces travaux on peut noter plusieurs limites :

- Le critère de « bonne fusion » retenu (température maximale atteinte) qui ne représente pas l'ensemble des problèmes de fusion à prendre en compte
- L'utilisation de la seule vitesse de balayage comme paramètre variable dans le problème d'optimisation de la stratégie de fusion
- L'algorithme d'optimisation, correction qui ne permet pas de garantir le respect du critère de température dans 100% de la pièce

Le travail de recherche devra donc s'atteler à lever les verrous scientifiques suivants :

- Quels sont les critères thermiques permettant de garantir la qualité d'une pièce en fabrication additive (sans déformation et sans porosité) ?
- Ces critères identifiés, comment déterminer la plage de valeur de ces critères garantissant la qualité ?
- Quels paramètres faire varier (trajectoire et stratégies) pour respecter ces critères ?
- Comment faire varier ces paramètres en utilisant des algorithmes d'optimisation ou de correction ?
- Comment prendre en compte les contraintes de pilotage de la machine (paramètres accessibles limités) dans la méthodologie d'optimisation des trajectoires et de la stratégie ?

L'objectif est d'obtenir une méthode permettant de déterminer trajectoire et stratégie non pas à partir de la géométrie de la pièce et de modèles thermiques simples mais à partir de la géométrie de la pièce et de l'outil de simulation par abaque et ceci avec un objectif de garantie de la qualité de la pièce.

Pour mener à bien ce travail et en particulier les parties détermination des critères de qualité de fusion et validation des trajectoire et stratégies optimisées, le doctorant disposera de la machine EBM de l'AIP Priméca DS et du laboratoire SIMAP mais pourra aussi avoir accès à des machines plus ouvertes chez AddUp, EOS ou ARCAM, fabricants de machines EBM et LBM.

[1] Beraud N. Fabrication assistée par ordinateur pour le procédé EBM. Université Grenoble Alpes, 2016.

**Contacts** : Frédéric VIGNAT : [frederic.vignat@grenoble-inp.fr](mailto:frederic.vignat@grenoble-inp.fr) ;

François VILLENEUVE : [francois.villeneuve@grenoble-inp.fr](mailto:francois.villeneuve@grenoble-inp.fr)