

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **27-11-2017**

A **10:00**

Amphi F1

Ecole des mines de Saint-Etienne

158 Cours Fauriel

42023 Saint etienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : SCIENCES ET GENIE DES MATERIAUX

**Matthieu**

**REGNIERE**

Une thèse ayant pour sujet :

Impact du conditionnement de poudres Ti6Al4V sur le procédé de fusion sélective laser

### **MEMBRES DU JURY :**

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

Racineux	Guillaume	Professeur	Ecole centrale de Nantes
Peyre d'arts et métiers	Patrice	Directeur de recherche	École nationale supérieure

### **Examineurs :**

Logé	Roland	Professeur	EPFL STI IMX LMTM
Le Gallet	Sophie	Maître de conférence	Laboratoire Interdisciplinaire Carnot
Desrayaud	Christophe	professeur	Mines Saint-Étienne
Bertrand	Philippe	Professeur	ENISE
Saunier	Sébastien	Maître de Conférence	Mines de Saint Etienne

Thèse préparée dans le centre SMS à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par : DESRAYAUD Christophe  
BERTRAND Philippe  
SAUNIER Sébastien

**Destinataires :** DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,  
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

**Direction Recherche et Innovation**

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

## **Résumé :**

La fusion Sélective Laser (SLM), en tant que procédé de fabrication additive, permet la conception de formes complexes par une méthode de construction couche par couche, à partir d'un lit de poudre.

L'impact des paramètres inhérents au procédé SLM, tels que la puissance, la vitesse de balayage, la stratégie de balayage laser ont déjà été étudiés pour de nombreux matériaux. Néanmoins, l'interaction entre la poudre et l'onde électromagnétique est encore trop peu maîtrisée pour stabiliser efficacement la zone de fusion, et optimiser l'énergie utilisée lors du procédé.

Cette étude a pour objectif : (a) la compréhension et la maîtrise des mécanismes de mise en couche par rouleau, propre aux machines SLM Phenix ; (b) l'analyse et la quantification des évolutions morphologiques et microstructurales de cordons de fusion en fonction des paramètres du procédé SLM et des paramètres du lit de poudre définis précédemment ; (c) l'élaboration d'un modèle thermique et microstructurale représentatif de l'édification de cordons unitaires par le procédé SLM.

Lors de cette étude, le procédé de mise en couche par rouleau a été étudié, et modélisé, afin de contrôler les épaisseurs et taux de compacités du lit de poudre. Les caractéristiques des cordons unitaires de Ti6Al4V produits par SLM ont pu alors être analysées en fonction des paramètres du lit de poudre et des paramètres énergétiques.

Cette démarche a pour but de quantifier l'impact du conditionnement du lit de poudre sur le mécanisme de fusion SLM. Par la suite, une analyse fine et une reconstitution microstructurale a pu en être dégagée. Enfin, un modèle thermique radiatif couplé à une prédiction microstructurale des cordons unitaires a pu être élaboré, permettant ainsi une compréhension approfondie du mécanisme de fusion.

## **Abstract:**

Selective Laser Melting (SLM), through additive manufacturing process, allows the conception of specific shapes through a layer-by-layer building method from a powder bed. The emphasis between processing parameters as, laser power, scan speed, scan strategy. . . has already been well investigated for a wide panel of material. Nevertheless, the powder interaction with electromagnetic waves remains a topical issue to handle the stabilization of the melting pool, and optimize the amount of energy used within the process.

The purpose of this survey is : (a) the understanding and handling of powder bed layering mechanism through SLM Phenix rolling blade ; (b) the analysis and quantification of morphological and microstructural evolutions single tracks according to SLM process and powder bed parameters ; (c) development of a thermal and microstructural model standing for post SLM single tracks edification.

First of all, the process of powder spreading by rolling blade has been investigated in order to tame and modelize the porosity and effective thickness of the powder bed. Thereafter, characteristics of Ti6Al4V single tracks produced by SLM were analyzed according to process and bed powder parameters. This approach tends to quantify the impact of the powder bed packing on the SLM melting mechanism. Accordingly, fine microstructural analysis and reconstruction have been extracted. Finally, a radiative thermal model linked to a microstructural prediction of single tracks has been settled, leading to a deeper understanding of the melting mechanism.

Matthieu REGNIERE