

**IRTES LERMPS**

**AVIS DE SOUTENANCE**

Mademoiselle Jiangwei LIU

Candidate au DOCTORAT Matériaux

**à l'UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBELIARD**

Soutiendra sa thèse

**Le mercredi 20 janvier 2016 à 10h30**

**Amphithéâtre P228 - SEVENANS**

Sur le sujet suivant :

**« Maîtrise du procédé hybride de projection thermique avec refusion laser in-situ : Approches numérique et expérimentale »**

Le jury est composé de :

**Monsieur Philippe LEMASSON, PROFESSEUR DES UNIVERSITES  
UNIVERSITE BRETAGNE SUD UBS, Rapporteur**

**Madame Caroline RICHARD, PROFESSEUR DES UNIVERSITES  
ECOLE INGENIEURS DE TOURS UNIVERSITE TOURS, Rapporteur**

**Madame Simone MATTEI, PROFESSEUR DES UNIVERSITES  
IUT LE CREUSOT UNIVERSITE DIJON**

**Monsieur Rodolphe BOLOT, MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES, HDR  
UNIV TECHN BELFORT MONTBELIARD**

**Monsieur Nicolas SERRES, MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES  
INST NAT SC APPLIQ STRASB**

**Madame Sophie COSTIL, MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES, HDR  
UNIV TECHN BELFORT MONTBELIARD**

# Résumé

La projection hybride combinant la projection plasma et la refusion laser est une solution alternative permettant de diminuer ou même d'éliminer la présence de pores et de fissures au sein d'un dépôt brut de projection. Lors d'un procédé de projection plasma ou de refusion laser, le système substrat/dépôt subissant l'élévation de température, la fusion, la solidification et le refroidissement rapide est ainsi soumis à des gradients de température élevés, un niveau de contraintes élevé, et même un risque de formation de fissures. Il est alors important de pouvoir maîtriser les variations de température et la distribution des contraintes résiduelles au sein même du système. Concernant les travaux effectués dans cette thèse, des modèles thermiques et mécaniques ont été développés à l'aide du logiciel ANSYS, de sorte à améliorer notre compréhension des comportements thermique et mécanique des revêtements élaborés par projection plasma avec refusion laser.

Tout d'abord, la simulation du procédé de projection plasma a été développée afin de prédire les champs transitoires de température, la déformation finale de l'échantillon et les contraintes résiduelles dans des dépôts céramiques (alumine) et métalliques (NiCrBSi). Les contraintes résiduelles résultent de l'équilibre entre contraintes de trempe (toujours en tension) et contraintes thermiques lors du refroidissement final (en compression ou en tension suivant le cas). En raison de la faible limite d'élasticité du dépôt, les contraintes thermiques dominent les contraintes résiduelles dans le cas du dépôt d'alumine. En revanche, les contraintes de trempe dans le dépôt de NiCrBSi sont plus importantes. Par ailleurs, l'augmentation de l'efficacité du système de refroidissement mis en œuvre permet de diminuer le niveau des contraintes résiduelles dans le dépôt d'alumine. Inversement les contraintes résiduelles au sein du dépôt de NiCrBSi augmentent lorsque le refroidissement en cours de projection est accru.

L'analyse thermique permettant de simuler le procédé de refusion laser à posteriori d'un revêtement de NiCrBSi a été effectuée de sorte à évaluer les effets des paramètres du laser sur le champ de température engendré et la forme du bain refondu. Un coefficient d'absorption de 0.5 a été estimé par comparaison de l'épaisseur du bain refondu obtenue par les méthodes numérique et expérimentale. De plus, les morphologies de revêtements refondus ont été caractérisées par méthodes expérimentales. Selon l'analyse mécanique de la refusion laser à posteriori, les contraintes résiduelles sont en tension dans le dépôt refondu, mais en compression vers la zone non-refondue. Concernant le modèle portant sur l'élaboration de couches multiples, permettant de simuler le procédé de refusion laser in-situ, une diminution des contraintes transitoires au sein des couches préalablement élaborées est induite par l'accumulation progressive de chaleur au cours du processus d'élaboration. Après refroidissement final, les contraintes résiduelles suivant la direction de déplacement présentent une amplitude plus importante que suivant les autres directions. De plus, des solutions permettant de diminuer le niveau des contraintes dans le dépôt après refusion ont été recherchées, en faisant notamment varier l'efficacité du système de refroidissement ou le préchauffage du substrat. Il s'avère que l'amplitude des contraintes résiduelles dans le dépôt après refusion est plus sensible à la variation du préchauffage du substrat qu'à la modification de l'efficacité du système de refroidissement.

Mots-clés : Projection plasma ; Refusion laser à posteriori ; Refusion laser in-situ ; Modèles de simulation ; Forme du bain refondu ; Distribution des contraintes