



Avis de Soutenance

Monsieur Yongli ZHAO

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mardi 25 septembre 2018** à 10h00

Lieu : UTBM site de Sevenans Rue de Leupe 90400 SEVENANS
salle P228

Titre des travaux : Etude de la microstructure et des performances des revêtements céramiques YSZ finement structurés obtenus par projection plasma de suspension

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 62

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Marie-Pierre PLANCHE

Codirecteur de thèse : Ghislain MONTAVON HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

| <u>Nom</u> | <u>Qualité</u> | <u>Etablissement</u> | <u>Rôle</u> |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Mme Marie-Pierre PLANCHE | Maître de Conférences | UTBM | Directeur de these |
| M. Francois PEYRAUT | Professeur des Universités | UTBM | CoDirecteur de these |
| M. Ghislain MONTAVON | Professeur des Universités | UTBM | CoDirecteur de these |
| M. Alain ALLIMANT | Ingénieur de Recherche | Saint Gobain C.R.E.E | Examineur |
| M. Bertrand LENOIR | Professeur des Universités | Institut Jean Lamour | Examineur |
| M. Hervé PELLETIER | Professeur des Universités | INSA Strasbourg | Rapporteur |
| M. Vincent RAT | Directeur de Recherche | Universite de LIMOGES | Rapporteur |

Résumé de la thèse (en français) :

Grâce à l'utilisation d'un porteur liquide, la projection plasma de suspension (SPS) permet la fabrication de revêtements finement structurés. Comme pour la projection plasma conventionnelle (APS), les microstructures des revêtements SPS peuvent être adaptées en contrôlant les conditions de projection. Cependant, le procédé SPS est plus compliqué que le procédé APS par son nombre de paramètres modifiables. Cette thèse vise à apporter une compréhension plus fondamentale de la relation entre les paramètres du procédé SPS et les propriétés des revêtements YSZ en identifiant des modèles génériques basés sur l'utilisation de méthodes statistiques mathématiques pour l'étude de l'influence et de la sensibilité de paramètres individuels. Des expériences systématiques ont été menées pour étudier l'influence de six paramètres (puissance du plasma, charge massique de suspension, taille de la poudre, distance de projection, pas de projection et rugosité du substrat) sur la microstructure des revêtements qui ont aussi été analysés en terme de propriétés d'usage (mécanique, thermique, tribologique, etc.). La porosité des revêtements a fait l'objet d'une étude approfondie et les mesures ont été réalisées par trois techniques différentes : la méthode par analyse d'images, la transmission RX et la méthode USAXS (Ultra-Small Angle X-ray Scattering). Des analyses multivariées sur les données expérimentales recueillies ont été effectuées et plusieurs modèles mathématiques ont été proposés afin de prédire les propriétés des revêtements et guider ensuite vers une optimisation de la microstructure du revêtement en vu d'applications spécifiques. Dans ce contexte d'optimisation des performances mécaniques et tribologiques de ces revêtements céramiques, différentes quantités et tailles de poudre h-BN ont été ajoutées dans la suspension YSZ. Les revêtements composites YSZ / h-BN ont été fabriqués et leur analyse a montré une nette réduction du coefficient de frottement et du taux d'usure lorsque la taille et la quantité de poudre d'ajout sont optimisées l'une avec l'autre. Trois mécanismes d'usure ont finalement été identifiés et seront discutés.

Abstract (in English)

Thanks to the using of liquid carrier, suspension plasma spray (SPS) enables the manufacture of finely structured coatings. As for conventional plasma spraying (APS), the microstructures of SPS coatings can be tailored by controlling the spray conditions. However, SPS is more complicated than APS due to its number of modifiable parameters. This thesis aims to provide a more fundamental understanding of the relationship between SPS process parameters and the properties of YSZ coatings by identifying generic models based on the use of mathematical statistical methods for the study of influence and sensitivity of the individual parameters. Systematic experiments were carried out to study the influence of six parameters (plasma power, suspension mass load, powder size, projection distance, projection step and substrate roughness) on the microstructure of coatings which were also analyzed in terms of the properties (mechanical, thermal, tribological, etc.). The porosity of the coatings was studied in detail and the measurements were carried out using three different techniques: the image analysis method, the X-ray transmission and the USAXS (Ultra-Small Angle X-ray Scattering) method. Multivariate analyzes of the collected experimental data were performed and several mathematical models were proposed to predict the properties of the coatings and then guide towards an optimization of the microstructure of the coating for specific applications. In this context of optimizing the mechanical and tribological performance of ceramic coatings, different amounts and sizes of h-BN powder have been added in the YSZ suspension. The YSZ/h-BN composite coatings were manufactured by SPS process and their analysis showed a clear reduction in the coefficient of friction and the wear rate when the size and the amount of addition powder are optimized together. Three wear mechanisms have finally been identified and been discussed.