



Avis de Soutenance

Monsieur Yan WANG

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **vendredi 06 avril 2018** à 10h00

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

Titre des travaux : Réalisation par projection thermique de dépôts pour la protection contre l'érosion par cavitation

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

Section CNU : 33

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Marie-Pierre PLANCHE

Codirecteur de thèse : Geoffrey DARUT 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 | MCF | Université de Technologie de Belfort Montbeliard | Directeur de these |
| M. Geoffrey DARUT | Ingénieur de Recherche | Université de Technologie de Belfort Montbeliard | CoDirecteur de these |
| M. Thierry POIRIER | Professeur | Institut Européen de la Céramique | CoDirecteur de these |
| M. Michel JEANDIN | Directeur de Recherche | Mines Paristech | Examineur |
| M. Jean-Jacques GONZALEZ | Directeur de Recherche | Université de Toulouse 3 | Rapporteur |
| M. Laurent VONNA | Maître de Conférences | Université de Haute Alsace | Rapporteur |

Résumé de la thèse (en français) :

Afin de protéger les composants hydrauliques des phénomènes d'érosion par cavitation, les pièces sont très souvent revêtues par projection thermique. Parmi les matériaux qui présentent de bonnes performances contre cette forme d'érosion, certaines recherches, trop rares encore, relèvent les excellentes propriétés de la zircone stabilisée à 8 wt% yttrium (YSZ). C'est pourquoi, dans cette étude, des revêtements YSZ à 8 wt% ont été fabriqués avec différents procédés de projection thermique et post-traités par refusion laser puis ils ont été soumis aux tests de cavitation référencés selon la norme ASTM G32. Le revêtement YSZ a tout d'abord été élaboré par projection plasma atmosphérique (APS). Différentes tailles de poudre YSZ et différentes températures de préchauffage du substrat ont été étudiées pour observer leurs effets sur la tenue en cavitation des échantillons. Ensuite et afin de densifier ces échantillons, des revêtements composites YSZ-NiCrBSi contenant de 5 à 25 wt% dans le mélange ont été fabriqués avec le même procédé APS. Les résultats de l'érosion par cavitation montrent qu'une faible adhérence des particules de NiCrBSi vient contrebalancer l'effet positif de la diminution de la porosité dans ces revêtements. Le revêtement YSZ a été finalement post-traité par refusion laser et différents paramètres laser ont été testés pour optimiser leur densification. Il s'avère que la refusion au laser produit une couche refondue dense en surface mais aussi des fissures à l'intérieur des revêtements. Exposés au test d'érosion par cavitation, il a été observé des arrachements importants de la partie refondue du revêtement et un décollement à son interface, d'où une perte de masse rapide. C'est pourquoi, de l'époxy a été utilisée pour infiltrer ces fissures. Le revêtement refondu par laser et infiltré par époxy présente une amélioration significative de la résistance à la cavitation. Enfin, le procédé de projection de plasma sous vide (VPS) qui permet d'obtenir des revêtements très denses a été utilisé pour fabriquer le revêtement YSZ. Un revêtement de porosité inférieure à 1% a été obtenu. En raison de la température élevée du substrat pendant la projection VPS, les liaisons inter lamellaires sont améliorées, contribuant à augmenter significativement la résistance à la cavitation. La simulation de cavitation acoustique de type Caflisch a permis d'estimer la vitesse du jet d'eau et les contraintes exercées par l'effondrement des bulles à la surface des échantillons. Les résultats en cavitation des deux revêtements YSZ et 304SS ont été étudiés et leurs mécanismes discutés.

Abstract (in English)

In order to protect the hydraulic components against cavitation erosion phenomena, the parts are often coated by thermal spraying. Among the materials that perform well against this form of erosion, some research, still too rare, note the excellent properties of zirconia stabilized at 8 wt% yttrium (YSZ). Therefore, in this study, YSZ coatings at 8 wt% were manufactured with different thermal spraying processes and post-treated by laser remelting, then they were subjected to cavitation tests referenced according to ASTM G32. The YSZ coating was first fabricated by atmospheric plasma spraying (APS). Various sizes of YSZ powder and different preheating temperatures of the substrate were studied to observe their effect on the cavitation behavior of the samples. Then in order to densify these coatings, YSZ-NiCrBSi composite coatings containing from 5 to 25 wt% NiCrBSi in the mixture were manufactured with the APS process. The results of cavitation erosion show that low adhesion of NiCrBSi particles counter balances the positive effect of decreasing porosity in these coatings. The YSZ coating was finally post-treated by laser remelting and various laser parameters were tested to optimize their densification. It turns out that laser remelting

produces a dense surface layer but also cracks inside the coatings. Exposed to the cavitation erosion test, it was observed significant parts of the coating and detachment from its interface, resulting in rapid mass loss. This is why epoxy has been used to infiltrate these cracks. The laser remelted and epoxy infiltrated coating exhibits a significant improvement in cavitation resistance. Finally, the vacuum plasma spraying method (VPS), which provides very dense coatings, was used to make the YSZ coating. A coating of less than 1% porosity was obtained. Due to the high temperature of the substrate during VPS spraying, the interlamellar bonds are improved, contributing to significantly increase the cavitation resistance. The acoustic cavitation simulation of the Caflisch type was employed to estimate the speed of the water jet and the stresses exerted by the collapse of the bubbles on the surface of the samples. The cavitation results of the two YSZ and 304SS coatings were studied and their mechanisms were discussed.