

Avis de Soutenance

Monsieur Nicolas RANGER

Matériaux céramiques et traitements de surface

Soutiendra à huis clos ses travaux de thèse intitulés

Revêtements anti-érosion en couches minces déposées par PVD sur composite à matrice organique pour l'aéronautique

dirigés par Monsieur CEDRIC JAOUL et Monsieur PASCAL TRISTANT

Soutenance prévue le **jeudi 02 mars 2023** à 9h30

Lieu : Centre Européen de la Céramique 12, rue Atlantis 87068, Limoges

Salle : CIADT

Composition du jury proposé

M. Cedric JAOUL	Université de Limoges	Directeur de thèse
M. Frédéric SANCHETTE	Université de technologie de Troyes	Rapporteur
M. Eric TOMASELLA	Université Clermont Auvergne	Rapporteur
M. Thibault MAERTEN	Oerlikon Surface Solutions	Examineur
Mme Marjorie CAVARROC	Safran Tech	Examinatrice
M. Uwe SCHULZ	German Aerospace Center	Examineur
M. Pascal TRISTANT	Université de Limoges	Examineur
M. Alain DENOIRJEAN	Université de Limoges	Examineur

Mots-clés : CFRP,Couches minces,PVD,Adhésion,Propriétés mécaniques,Erosion par particules solides

Résumé :

Les matériaux composites CFRP sont largement utilisés en aéronautique et peuvent être soumis à des contraintes environnementales sévères telles que l'érosion par des particules solides. L'objectif de ces travaux est d'étudier l'apport de couches minces TiN et ta-C déposées par PVD pour la protection de CFRP tissé 2D contre l'érosion par des particules solides. Tout d'abord, des essais d'activation de surface par traitement plasma sous vide ont été réalisés sur des substrats nus ou recouverts d'une résine époxy (deux références ont été testées). Le plasma RF permet une modification de la composition chimique et de la topographie des différentes surfaces, quel que soit le gaz utilisé (Ar, N₂ ou O₂). L'activation plasma permet d'améliorer l'adhérence des dépôts de Ti en corrélation avec les modifications de surface observées. Des conditions d'activation plasma pour des procédés industriels ont donc été définies avant de déposer un revêtement résistant à l'érosion. Les conditions de dépôt de TiN, par pulvérisation cathodique magnétron réactive, et de ta-C, par arc cathodique filtré, ont été retenues en limitant les températures de dépôt. Des dépôts de TiN, d'une dureté supérieure à 20 GPa, ont été obtenus à des températures inférieures à 180°C et des dépôts de ta-C, d'une dureté supérieure à 40 GPa, à des températures inférieures à 70°C. L'influence du substrat sur les propriétés mécaniques des dépôts diminue avec l'épaisseur de couche. Le dépôt de sous-couches de Ti, jusqu'à 10 µm d'épaisseur, permet de considérablement augmenter la dureté, mesurée par nanoindentation, des dépôts de TiN et ta-C ainsi que leur résistance à la formation et propagation de fissures. Des essais d'érosion par particules solides (ASTM-G76) ont montré une nette amélioration de la tenue à l'érosion avec l'épaisseur des dépôts testés, suivant l'augmentation du ratio H3/E2. Les dépôts ont un comportement fragile et les meilleurs résultats sont obtenus sur CFRP prépeint. Ces résultats sont expliqués par la limitation de la formation et de la propagation de fissures à l'interface substrat/dépôt.