



## Avis de Soutenance

Madame Lucille DESPRES

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mardi 22 décembre 2020** à 9h00

Lieu : UTBM - Campus de Sévenans Rue de Leupe 90400 Sevenans

Salle : Pavillon S

Titre des travaux : Comportement en fatigue thermomécanique à haute température d'un système barrière thermique texturé par laser

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

Section CNU : 28

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Sophie COSTIL

Codirecteur de thèse : Jonathan CORMIER  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
Mme Sophie COSTIL	Professeur des Universités	ICB-LERMPS, UTMB, Université Bourgogne - Franche-Comté	Directrice de thèse
M. Jonathan CORMIER	Maître de conférences	Laboratoire Pprime, ENSMA, Université de Poitiers	Co-directeur de thèse
M. Romain CARIOU	Ingénieur	SAFRAN TECH	Examineur
M. Vladimir ESIN	Chargé de recherche	Centre des Matériaux, MINES ParisTech, Université PSL	Examineur
M. Laurent BERTHE	Directeur de recherche	Laboratoire PIMM, Arts et Métiers ParisTech	Examineur
M. Alain DENOIRJEAN	Directeur de recherche	Laboratoire IRCER - Université de Limoges	Rapporteur
M. Fernando PEDRAZA	Professeur des Universités	Laboratoire LaSie - Université de La Rochelle	Rapporteur

**Mots-clés** : barrière thermique, texturation laser, fatigue thermomécanique, ancrage mécanique, superalliage, durabilité

## Résumé de la thèse (en français) :

La durée de vie en service d'un système barrière thermique (BT) pour aubes de turbines peut être limitée par l'écaillage de la BT sous sollicitation thermomécanique. Afin d'améliorer la durabilité dans ces conditions, la texturation laser à l'interface sous-couche/barrière thermique du système CMSX-4 Plus / SC  $\gamma$ - $\gamma'$ / BT EB-PVD a été étudiée. Par l'étude de l'interaction laser-matière, il a été montré que les superalliages monogranulaires à base nickel présentent des comportements similaires face à l'ablation laser et semblent peu endommagés par ce traitement de surface. Néanmoins, la formation de zones de matière fondue au niveau des cavités générées, susceptibles de recristalliser, est récurrente. Diverses morphologies de surface (trous, lignes, quadrillages) ont donc été développées au cours de ce travail dans l'idée de renforcer l'ancrage mécanique sans modifier considérablement la microstructure de la couche céramique. Afin de discriminer les morphologies de surface en évaluant la tenue à l'écaillage des systèmes BT texturés, des essais d'oxydation cyclique à 1150°C ont été effectués. Ensuite, pour valider la pertinence de la solution technologique développée, des essais de fatigue thermomécanique hors phase avec gradient thermique pariétal (TGMF) sur des systèmes texturés ou non, ont été réalisés en environnement brûleur (banc MAATRE). Les résultats témoignent alors que les motifs de texturation ralentissent l'écaillage du système BT, sans être des sites préférentiels d'amorçage de fissures.

## Abstract (in English):

In service life of Thermal Barrier Coating (TBC) systems for blade applications can be limited by the top-coat (TC) spallation under thermo-mechanical fatigue (TMF) loadings. To improve its TMF life, laser texturing at the bond-coat/top coat interface in the CMSX-4 Plus /  $\gamma$ - $\gamma'$  BC/ EB-PVD TC system has been investigated. Thanks to the study of the laser-matter interaction, it seems that the different Ni-based single crystal superalloys have similar laser ablation behaviors and they present almost no sub-surface damage after ablation. Nevertheless, the formation of melted matter near created cavities, possibly recrystallized, is often observed. Different patterns (holes, lines, grids) have been developed at the BC surface, in order to increase the mechanical anchoring without modifying the TC microstructure. To discriminate the surface morphologies by the evaluation of the spallation lifetime of textured TBC systems, 1150°C thermal cycling tests have been carried out. Furthermore, to validate the developed technological solution, thermal gradient mechanical fatigue (TGMF) tests in engine simulated environment have been performed using samples with and without textured surfaces (MAATRE test bench). The results shows that laser textured patterns slow down the spallation of the TC, without promoting crack initiation.