

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Développement d'un modèle multi-physiques pour la prévision de durée de vie d'un système barrière thermique en présence de CMAS sous chargements thermo-mécaniques complexes

Référence : **MAS-DMAS-2026-21**
 (à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : **01/01/2027**

Date limite de candidature : **01/04/2026**

Mots clés

Revêtement ; CMAS ; couplages multi-physiques ; haute température, rupture ; écaillage

Profil et compétences recherchées

Master en mécanique ; Ecole d'ingénieur ; Compétences en mécanique des solides et/ou des matériaux, programmation et calcul scientifique, compétences en physico-chimie, appétence pour les travaux expérimentaux

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Un des enjeux de l'aéronautique est de réduire l'impact environnemental des avions. Cet objectif se traduit par des évolutions dans le développement des appareils comme un allégement des structures, une réduction de la consommation de carburant ou un gain en performance des moteurs en augmentant la température de fonctionnement, sans pour autant mettre à mal la sécurité des appareils.

Si des alliages métalliques sont aujourd'hui utilisés pour les pièces de turbine haute pression, des progrès restent à faire pour augmenter leur température de fonctionnement. Dans ce contexte, l'ONERA collabore avec le groupe SAFRAN sur le développement de nouveaux systèmes matériaux intégrant un revêtement jouant le rôle de barrière thermique et environnementale.

Les applications visées par ces développements, couplant environnement thermomécanique et physico-chimique (oxydation et corrosion) très sévères, peuvent mener à des dégradations du revêtement. En particulier, lors du survol de zones désertiques ou volcaniques, les matériaux sont amenés à interagir avec des particules nommées CMAS (Calcia Magnesia Alumino Silicates) qui vont réagir avec la barrière thermique/environnementale et provoquer sa dégradation de manière critique par rapport aux durées de vie attendues sur ces matériaux. La compréhension des mécanismes de dégradation d'une barrière thermique et environnementale sur substrat métallique est donc cruciale pour le développement de nouveaux systèmes plus tenaces vis-à-vis des objectifs de hausse de température dans les moteurs.

Dans ce contexte, cette thèse a pour ambition d'étudier le comportement du système dans un environnement thermique représentatif des applications visées, c'est-à-dire avec la présence de gradients de température. De plus, le couplage entre essais en température et dégradation physico-chimique sera étudié via l'interaction entre le revêtement et des particules minérales de CMAS représentatives de conditions de vols. Il s'agit donc, d'une part, de mettre en place plusieurs essais à haute température ($>1100^{\circ}\text{C}$), en utilisant un laser comme source de chauffage, pour d'une part caractériser le comportement du système et, d'autre part, établir les modes de dégradations possibles selon les conditions d'essais. Une attention particulière sera portée sur la mise en place de méthodes d'instrumentation adaptées à ces conditions d'essais et le dépouillement fin des mesures associées. Le doctorant devra en parallèle s'appuyer sur un modèle multi-phérique permettant de mieux comprendre les mécanismes menant à la ruine de ces revêtements.

Collaborations envisagées

Ecole des Mines de Saint-Etienne

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Matériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : Olivier VOREUX & Matthieu NICOL

Tél. : 01 46 73 46 58 Email : olivier.voreux@onera.fr

Direction de thèse

Nom : Vincent Maurel

Laboratoire : Mines ParisTech, PSL

Tél. : 01 71 41 63 14

Email : vincent.maurel@minesparis.psl.eu

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>