

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Caractérisation et modélisation de composite oxyde/oxyde sous chargements thermomécaniques complexes

Référence : **MAS-DMAS-2025-05**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature : Avril 2025

Mots clés : Composites à Matrice Céramique, Oxyde/Oxyde, Comportement thermomécanique, gradients thermiques, concentration de contraintes

Profil et compétences recherchées

Profil universitaire ou Ecole d'ingénieurs, spécialisation mécanique ou matériaux

Compétences en modélisation thermomécanique

Intérêt pour les travaux expérimentaux et numériques

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La réduction de l'impact environnemental est l'enjeu majeur du secteur aéronautique pour l'avenir. Cet objectif se traduit par des évolutions dans le développement des appareils comme un allègement des structures ou un gain en performance des moteurs. L'augmentation des températures de fonctionnement des systèmes de propulsion est un des principaux axes de travail et le développement de matériaux répondant à cette contrainte est donc critique. C'est pour cela que des solutions alternatives aux matériaux métalliques aujourd'hui employés telles que les matériaux composites à matrice céramiques (CMC) sont étudiées. En effet, ces matériaux possèdent une densité inférieure aux alliages actuels tout en conservant leurs propriétés mécaniques jusqu'à haute température. Parmi les différentes natures de CMC développées, les composites oxyde/oxyde sont notamment envisagés pour des applications thermostructurales jusqu'à des températures de 800 °C telles que les arrières corps de moteurs aéronautiques.

Dans ce contexte, l'ONERA collabore avec l'IRT Saint Exupéry et avec les principaux industriels français de la filière oxyde/oxyde dans le cadre du projet OXYGEN2 sur la mise en place d'une méthodologie commune de caractérisation et de modélisation du comportement thermomécanique de ces matériaux. L'utilisation du plein potentiel de ces matériaux nécessite la définition de chargements thermiques et mécaniques admissibles par le matériau sur toute sa durée de vie. La maîtrise de l'impact de gradients thermiques et mécaniques est aussi critique.

Cette thèse a pour ambition de mettre en place une méthodologie d'essais permettant d'identifier et valider un modèle thermomécanique avant de l'éprouver sur un cas de chargement représentatif d'une application aéronautique. Pour cela une démarche expérimentale progressive sera à conduire. Dans un premier temps le comportement du matériau en traction monotone à température uniforme sera étudié. L'objectif est ici de mieux cerner la durée de vie du matériau en dessinant un domaine temps/température/chargement en prenant en compte le comportement endommageable du matériau ainsi que le fluage observé à plus haute température. Dans un deuxième temps, il s'agira d'étudier le comportement en traction cyclée sous conditions isotherme puis anisotherme. L'analyse *post-mortem*, notamment par observations au microscope électronique à balayage (MEB) permettront de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu. En parallèle le comportement du matériau sous gradient thermique sera étudié. Ces essais seront réalisés sur des bancs spécifiques et uniques développés à l'ONERA utilisant des lasers comme source de chauffage. Un dialogue Essais/Calculs sera mis en place pour déterminer les essais pertinents pour identifier le modèle. Il sera alors nécessaire de porter une attention particulière à l'instrumentation des essais, basées sur des méthodes optiques ou acoustiques, afin de disposer des données nécessaires à l'identification. Enfin des essais de validation du modèle sur éprouvettes technologiques sous gradients thermiques seront à mettre en place en commençant par le dimensionnement des essais puis leur réalisation et leur analyse.

Collaborations envisagées

IRT Saint-Exupéry, MBDA, SAFRAN, CEA, St Gobain, ...

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Matériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : Antoine Débarre

Tél. : 0146734637 Email : antoine.debarre@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Pascal Reynaud

Laboratoire : MATEIS (INSA-Lyon)

Tél. : 04 72 43 82 93

Email : pascal.reynaud@insa-lyon.fr

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