

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-035**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS/EPIC

Tél. : 01 46 73 44 59

Responsable(s) du stage : A. Jankowiak

Email. : [aurelie.jankowiak@onera.fr](mailto:aurelie.jankowiak@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : 2

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres

Intitulé : **Caractérisation à hautes températures de la déstabilisation de l'hafnie en présence d'oxydes métalliques**

Sujet : Pour satisfaire les exigences de résistance thermique des nouveaux ergols pour la propulsion spatiale, des recherches sont en cours pour développer des céramiques ultra-hautes températures. En partenariat avec le CNES et l'ICB-PMDDM, l'ONERA conçoit des Matériaux à Gradient de Propriétés (MGP) qui combinent les avantages des céramiques et des métaux. L'hafnie ( $\text{HfO}_2$ ), connu pour être l'un des oxydes les plus réfractaires avec un point de fusion proche de 3000 K, présente diverses formes cristallines selon la température. Ces variations peuvent entraîner un changement volumique important lors du refroidissement. L'incorporation de cations de Terres Rares  $\text{TR}^{3+}$  à la place d'une partie des cations  $\text{Hf}^{4+}$  stabilise la structure cubique sur toute la gamme de températures.

Lors d'essais sous des conditions extrêmes (milieu oxydant et températures excédant 2000 K), des réactions de diffusion entre les différentes phases du MGP ont été observées. Ces interactions semblent déstabiliser la phase cubique de la céramique et conduire à l'apparition de nouvelles phases nocives pour l'intégrité de l'empilement. Il est donc essentiel d'étudier l'impact de la nature des oxydes de terres rares sur la cinétique des phases formées pour proposer une céramique capable de résister aux conditions d'utilisation extrêmes.

Pour évaluer la stabilité thermique, le stagiaire sera chargé de synthétiser des poudres céramiques (réaction solide-solide) et les mélanges céramique/métal dont les compositions se rapprochent de celles d'un MGP. Il devra procéder aux traitements thermiques appropriés et participer à la réalisation des analyses par Microscopie Électronique à Balayage (MEB) et par diffraction des rayons X (DRX).

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

#### Méthodes à mettre en oeuvre :

- Recherche théorique  Travail de synthèse
- Recherche appliquée  Travail de documentation
- Recherche expérimentale  Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse : Non

**Durée du stage :** Minimum : 4 semaines

Maximum : 8 semaines

Période souhaitée : juin - juillet 2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Licence ou 1<sup>ère</sup> année d'école d'ingénieurs

Ecoles ou établissements souhaités :