

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-13**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS/DLEM

Tél. : 0146734574

Responsable(s) du stage : G. Bouobda Moladje,  
A. Finel

Email : gabriel\_frank.bouobda\_moladje@onera.fr,  
alphonse.finel@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Physique et comportement des matériaux de l'atome à la microstructure

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

**Intitulé : Modélisation par une approche champ de phase de la propagation de fissures dans un superalliage base Nickel**

Sujet : Les superalliages base Nickel, tel que l'Inconel 718, sont largement utilisés dans l'industrie aérospatiale (élaboration de disques de turbine, ...) du fait de leurs remarquables propriétés mécaniques à hautes températures. Ces superalliages se caractérisent principalement à l'échelle de la microstructure par la précipitation d'une phase intermétallique ordonnée  $\gamma'$ -Ni<sub>3</sub>Al de structure L1<sub>2</sub> dans une matrice FCC désordonnée  $\gamma$ -Ni. La présence de précipités  $\gamma'$  et des interfaces  $\gamma/\gamma'$  gênent le mouvement des dislocations, ce qui constitue la principale cause de la forte résistance de ces superalliages au fluage. Cependant, la présence de défauts tels que les microfissures, liée aux défauts de fabrication ou aux sollicitations mécaniques lors de la mise en service, peut avoir des conséquences catastrophiques sur les propriétés mécaniques et conduire à une rupture prématurée. Il est alors important de comprendre les mécanismes d'endommagement dans ces superalliages et de proposer des modèles pouvant les prédire.

Des études expérimentales de la propagation d'une fissure en fatigue dans un base Nickel monocristallin ont révélé une forte dépendance du chemin de propagation avec la température et les conditions de chargement mécaniques. Une manière d'interpréter le chemin de propagation choisi est d'identifier et d'analyser les différentes forces motrices, qui sont de natures diverses : élastique, plastique, etc.

L'objectif du stage sera de modéliser et de quantifier la résistance des précipités  $\gamma'$  à la propagation quasi-statique d'une fissure, en se limitant au cadre de l'élasticité linéaire, dans un monocristal  $\gamma - \gamma'$  en fonction des conditions de chargement (intensité, orientation), en utilisant une approche de type champ de phase. Cette méthode mésoscopique, qui opère à l'échelle continue de la microstructure, a déjà montré son efficacité pour modéliser la formation et l'évolution des microstructures  $\gamma - \gamma'$  d'une part, ainsi que la propagation d'une fissure dans un milieu hétérogène (interaction avec des inclusions, des joints de grains, etc.) d'autre part. L'étape suivante, qui consiste à considérer simultanément microstructure et endommagement, est l'objectif principal du stage, au cours duquel il s'agira de réaliser un couplage entre microstructure  $\gamma - \gamma'$  et propagation de fissure.

Ce travail constituera une base solide pour la compréhension et la modélisation des mécanismes de fragilisation par l'hydrogène dans les superalliages base Nickel, étude qui pourrait après le stage faire l'objet d'un sujet de thèse.

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 : Oui

**Durée du stage :**

Minimum : 4 mois

Maximum : 6 mois

Période souhaitée : Printemps 2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Physique des solides, physique des transitions de phases, physique de la rupture, mécanique des milieux continus, méthodes numériques pour la physique

Ecoles ou établissements souhaités : Master en Physique fondamentale ou équivalent, Ecole d'Ingénieur avec orientation dans le domaine de la physique fondamentale