

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-22**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS/SIAM

Tél. : 01 46 73 48 92

Responsable(s) du stage : Thibaut Froeliger,
Didier Locq, Mathilde Laurent-Brocq (ICMPE)

Email : thibaut.froeliger@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Matériaux structuraux innovants

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres**Intitulé : Evaluation des propriétés de gradients microstructuraux et chimiques dans des superalliages γ/γ' élaborés par frittage flash.**

Sujet : Le développement de matériaux de plus en plus résistants à haute température et sous diverses sollicitations est un challenge actuel du secteur aéronautique. Les pièces tournantes telles que les disques de turbine, sur lesquels sont fixées les aubes, situés à la sortie de la chambre de combustion, subissent des sollicitations mécaniques complexes à moyenne et haute température. Au niveau de l'alésage, les propriétés dimensionnantes des disques sont principalement la traction et la fatigue alors qu'en périphérie, où la température est la plus élevée, elles évoluent pour tendre vers le fluage.

Les matériaux actuellement utilisés pour les applications hautes températures des disques sont des superalliages durcis par précipitation de la phase γ' . Différents types de superalliages existent ayant des propriétés en traction et en fluage dépendant de leur composition chimique. Actuellement, les disques sont généralement constitués d'un seul alliage présentant une seule microstructure.

Le but de cette étude est d'obtenir une pièce couplant une bonne résistance en traction à une des extrémités et une bonne résistance en fluage à l'autre extrémité via une combinaison de deux superalliages chimiquement et microstructuralement (taille de grain) différents. Au centre de l'assemblage, la zone sera constituée d'un mélange des deux superalliages présentant un gradient de composition chimique entre les poudres. Cette zone de diffusion entre les deux alliages mènera à un durcissement supplémentaire dû à une interphase [1].

Pour obtenir de telles propriétés dans une même pièce, une modulation de la composition chimique couplée à une optimisation de la taille de grain est nécessaire selon la localisation dans la pièce assemblée. Une telle architecturation peut être envisagée via la métallurgie des poudres et le frittage flash (SPS, spark plasma sintering).

Ce stage fait suite à une précédente étude ayant permis d'optimiser les paramètres de frittage et de démontrer l'existence d'une interphase entre deux superalliages suite à des élaborations par SPS.

Dans ce stage, plusieurs voies seront explorées pour optimiser de façons dissociées l'interphase et la microstructure duale :

- Optimisation de l'interphase : l'exploration de différentes paramétries SPS sur un mélange de deux superalliages de même taille de grain permettront d'évaluer l'effet de la taille de l'interphase sur les propriétés mécaniques avant et après traitements thermiques.
- Optimisation de la microstructure harmonique : l'exploration de différents traitements thermiques post-SPS sur un mélange de deux superalliages de tailles de grain différentes permettront d'évaluer l'effet des différences de taille de grain sur les propriétés mécaniques.

Le meilleur compromis des deux optimisations sera lui aussi évalué mécaniquement vis-à-vis des deux mécanismes de durcissement. Ces optimisations seront évaluées par des techniques de caractérisation microstructurales poussées comme le MEB ou le MET ainsi que par des techniques de caractérisation mécanique à haute température comme le fluage ou la traction.

[1] M. Laurent-Brocq et al., Chemical architecturation of high entropy alloys through powder metallurgy, Journal of Alloys and Compounds, 835, 155279, 2020.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : à partir de mars 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Science des matériaux. Projet de fin d'études d'Ecole d'ingénieur ou de Master

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecoles d'ingénieur, Master Science des matériaux