

# Sujet de Thèse

## Chaire Opale

### CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

#### RÔLE DES CARBURES DANS LA TENUE EN FATIGUE DE SUPERALLIAGES BASE NICKEL

La chaire industrielle OPALE, co-financée par l'ANR et le groupe Safran, porte sur l'optimisation des propriétés de superalliages à base nickel polycristallins par le contrôle de la microstructure issue de la mise en forme. Ces matériaux sont employés pour la fabrication de pièces de turboréacteurs en raison de leur tenue mécanique à haute température. Améliorer les performances de ces alliages permettra d'élever la température de fonctionnement des moteurs et d'en améliorer le rendement et contribuera ainsi à la réduction du coût énergétique et de l'impact écologique du transport aérien. La chaire OPALE réunit les compétences du CEMEF (MINES ParisTech, UMR CNRS 7635) concernant l'impact du procédé de mise en forme sur la microstructure et celles de l'Institut P' (ISAE-ENSMA, UPR CNRS 3346) pour l'impact de la microstructure sur les propriétés mécaniques en service. Neuf doctorants et cinq post-doctorants seront recrutés sur la période 2015-2018 pour aborder des aspects complémentaires. La chaire OPALE offre ainsi un cadre de travail collaboratif particulièrement riche.

### TRAVAUX DE THÈSE

Les superalliages polycristallins employés pour la fabrication de disques de turbine comportent des carbures plus ou moins complexes, qui bien que généralement présents en petite quantité peuvent potentiellement affecter la tenue en service des pièces. L'amorçage de fissures en fatigue sur de telles particules, en surface, en sous couche, voire à cœur est en effet un des processus d'endommagement des plus courants pour cette classe d'alliages. L'analyse statistique des données fractographiques notamment issues des travaux internes au groupe SAFRAN et de leurs collaborateurs ne permettent pas de conclure clairement sur la nature et l'importance relative des paramètres à considérer. La taille des carbures, leur nature, la formation d'amas, etc. sont autant de points considérés sans qu'une conclusion claire n'émerge. S'il est utopique de vouloir éviter toute présence de telles particules pour certains alliages, il convient de mieux comprendre les tout premiers stades d'endommagement qui leurs sont associés de manière à mieux appréhender les configurations pouvant constituer les points bas de durée de vie en fatigue par exemple. De plus, si quelques études récentes ont porté sur ce sujet dans le cas de l'alliage Inconel 718 bien connu pour être sensible à ce type d'endommagement, très peu concernent la nocivité des carbures sur d'autres alliages tel que l'AD730 récemment développé par Aubert & Duval et envisagé par SAFRAN pour certaines de ses applications.

Le travail de thèse se focalisera sur la compréhension des mécanismes élémentaires de déformation et d'endommagement associés à la présence de ces particules : leur caractère plus ou moins fragile, le rôle de l'interface avec la matrice, la précipitation dans leur voisinage, les processus d'oxydation qui leur sont spécifiques sont autant d'aspects qui devront être considérés. La microstructure de précipitation fine de la matrice directement au voisinage des particules sera également considérée pour ce qui est des premiers stades de propagation de fissures. Le travail de thèse sera essentiellement de nature expérimentale, fondé sur le développement d'essais mécaniques et d'analyses microstructurales (microscopie électronique à balayage, EBSD, EDS). Il sera mené sur l'alliage Inconel 718 et l'AD730.

Institut Pprime  
 ISAE-ENSMA 1 av. Clément Ader, Téléport2,  
 BP40109 Futuroscope-Chasseneuil, France  
 jonathan.cormier@ensma.fr  
 patrick.villechaise@ensma.fr (Titulaire adjoint  
 de la Chaire)  
 +33 (0)5 49 49 80 97 - +33 (0)5 49 49 82 32

### MOTS-CLÉS

Métallurgie - Carbures - Précipitation - Tenue en service - Fatigue - Superalliages - Aéronautique.

### PROFIL – COMPÉTENCES RECHERCHÉES

Formation d'Ingénieur et/ou Master en Métallurgie / Sciences ou Génie des Matériaux / Mécanique des Matériaux. Attirance pour le travail expérimental, esprit inventif. Rigueur et capacité à s'investir pleinement dans un sujet - aptitude au travail en équipe. La maîtrise de la langue anglaise est indispensable.

### LIEU

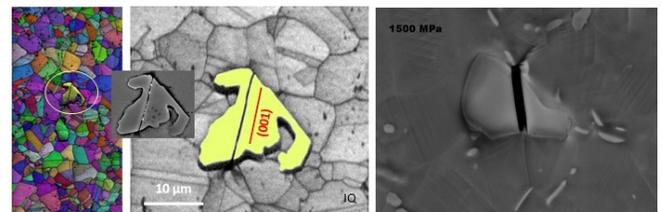
La thèse sera effectuée à l'Institut Pprime à l'ISAE-ENSMA (près de Poitiers). Démarrage octobre 2017. Financement Cifre SAFRAN.

### EQUIPE

Direction : Jonathan Cormier (MCF-ENSMA) et Patrick Villechaise (DR CNRS).

### CANDIDATURE

Pièces demandées: CV détaillé, relevés de notes des trois dernières années et classement dans la promotion, lettre de motivation et deux lettres de recommandation.



*Inconel 718 : Fissuration par clivage au sein des carbures et propagation de fissure difficile dans la matrice.*