

Sujet de Thèse

Chaire Opale

CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

MICROSTRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES SUPERALLIAGES BASE NICKEL FORGÉS EN PRESSE À VIS

La chaire industrielle OPALÉ, 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 OPALÉ 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 OPALÉ offre ainsi un cadre de travail collaboratif particulièrement riche.



TYPE DE PROJET ET PARTENAIRES

Collaboration CEMEF/Institut P'/EPFL/SAFRAN dans le cadre de la chaire ANR-Safran OPALÉ. Thèse CIFRE Safran.

TRAVAUX DE THÈSE

Les pièces en superalliages polycristallins sont le plus souvent forgées au moyen de presses hydrauliques offrant des vitesses de déformation de l'ordre de 10^{-1} à $10^{-2} s^{-1}$. Les mécanismes d'évolution de la microstructure et leurs cinétiques dans cette gamme de vitesse sont désormais bien connus : recristallisation dynamique (au cours de la déformation à chaud) et post-dynamique, croissance de grains, précipitation, et couplage entre ces mécanismes élémentaires. Le forgeage en presse à vis est une alternative qui génère des vitesses de déformation environ 10 à 100 fois élevées. Industriellement, il a été constaté que les propriétés des matériaux forgés par ce procédé ne sont pas identiques à celles issues d'opérations de forgeage en presse hydraulique. Le but de cette thèse sera d'expliquer cette différence, en identifiant les mécanismes métallurgiques actifs au cours des opérations de forgeage et ceux régissant la relation microstructure-propriétés. Le travail consistera à :

- réaliser des essais thermomécaniques de laboratoire reproduisant les conditions de mise en forme industrielle (au CEMEF et à l'EPFL),
- analyser les évolutions de microstructure par différentes techniques métallographiques (microscopie électronique à balayage et cartographie d'orientations par EBSD notamment),
- analyser la relation microstructures - propriétés mécaniques (fatigue, fluage) en comparant des matériaux mis en forme en conditions industrielles sur les deux types de presses (hydraulique et à vis); la mesure des propriétés sera réalisée à l'institut P'.

Mines ParisTech
 CEMEF rue Claude Daunesse CS 10207 06904
 Sophia Antipolis, France
 nathalie.bozzolo@mines-paristech.fr
 +33 (0)4 93 67 89 45
 site web pour candidater

MOTS-CLÉS

Métallurgie – Mise en Forme – Microstructure – Propriétés – Superalliages – Aéronautique

PROFIL – COMPÉTENCES RECHERCHÉES

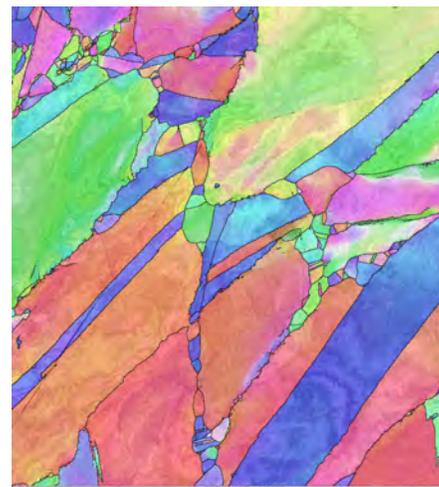
Formation d'ingénieur ou master en métallurgie / science des matériaux – Goût pour la recherche et le travail expérimental – Rigueur et capacité à s'investir pleinement dans un sujet – Aptitude au travail en équipe – La maîtrise de la langue anglaise est indispensable.

LIEU ET PÉRIODE

La thèse sera effectuée principalement au laboratoire CEMEF de MINES ParisTech à Sophia-Antipolis avec des séjours dans les laboratoires partenaires (institut P' et laboratoire LMTM de l'EPFL) et démarrera le 01/10/2016.

EQUIPE

La thèse se déroulera principalement dans l'équipe Métallurgie Structure Rhéologie – MSR sous la direction de Nathalie Bozzolo (professeur en métallurgie physique et titulaire de la chaire ANR-Safran OPALÉ), et en co-encadrement avec Jonathan Cormier (Institut P').



Microstructure de l'Inconel 718 en cours de recristallisation dynamique (cartographie d'orientation obtenue par EBSD)