

Sujet de Thèse

Chaire Opale

CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

PRÉVISION DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DE SUPERALLIAGES BASE NICKEL EN FONCTION DE LEUR MICROSTRUCTURE

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

Cette thèse vise à décrire les relations microstructure métallurgique / propriétés mécaniques au moyen de modèles analytiques enrichis de variables internes physiquement motivées. Les enjeux applicatifs sont de prédire le comportement mécanique d'une pièce en fonction des éléments microstructuraux la caractérisant et/ou d'adapter les gammes de traitements thermomécaniques pour atteindre si possible les propriétés requises. Ce sujet est central dans le bouquet d'études réalisées au sein de la chaire OPALE. En effet, des études en cours au CEMEF visent à décrire l'évolution des grandeurs microstructurales (taille de grains, densité de dislocations, topologie des secondes phases, densité de macles, ...) en fonction des conditions thermomécaniques de mise en forme. Les analyses et modèles métallurgiques ainsi développés, constitueront le moyen de prédire la microstructure en tout point d'une pièce forgée. En parallèle, d'autres études menées à l'Institut Pprime sont dédiées à l'analyse des mécanismes de déformation et/ou d'endommagement aux échelles granulaire et sub-granulaire. Les sollicitations appliquées sont alors les plus représentatives possible des conditions d'usage des alliages en service (domaine de température, fatigue / fluage, ...). La présente thèse a pour objectif de prédire les propriétés mécaniques associées à une microstructure (grains / précipitations) par le développement d'un modèle décrivant les modes de déformation (glissement plastique intra / intergranulaire) en intégrant les variables internes utilisées pour simuler l'évolution de la microstructure en mise en forme. L'idée maîtresse est de construire ainsi le chaînon manquant pour la prédiction du comportement mécanique d'une pièce en fonction de ses conditions de mise en forme. Le travail de thèse sera essentiellement concentré autour de développements en modélisation et simulation. Des analyses expérimentales complémentaires nécessaires à l'identification des modèles seront également réalisées.

Institut Pprime
 ISAE-ENSMA 1 av. Clément Ader, Téléport2,
 BP40109 Futuroscope-Chasseneuil, France
 patrick.villechaise@ensma.fr,
 loic.signor@ensma.fr
 jonathan.cormier@ensma.fr,
 marc.bernacki@mines-paristech.fr
 +33 (0)5 49 49 80 97 - 33 (0)5 49 49 82 20
 +33 (0)5 49 49 82 32 - 33 (0)4 93 67 89 23

MOTS-CLÉS

Modélisation - Microstructure - Agrégats de grains - Précipitation - Plasticité cristalline - Comportement mécanique - Superalliages - Aéronautique.

PROFIL – COMPÉTENCES RECHERCHÉES

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

LIEU

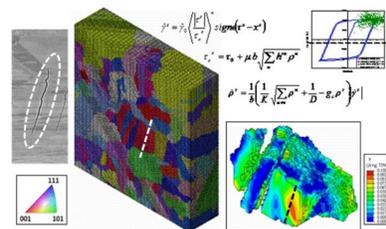
La thèse sera effectuée principalement à l'Institut Pprime à l'ISAE-ENSMA (près de Poitiers) avec quelques courts séjours au CEMEF MINES ParisTech. Démarrage octobre 2017. Financement chaire ANR Safran OPALE.

EQUIPE

Direction : Patrick Villechaise (DR CNRS), Jonathan Cormier (MCF-ENSMA), Loïc Signor (MCF-ENSMA) et Marc Bernacki (Prof. MINES ParisTech).

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.



Simulation des champs mécaniques locaux au sein d'un agrégat de grains (matériau cfc). Amorçage d'une fissure de fatigue au niveau des zones de plus fortes concentrations en déformation.