

Sujet de Postdoc

Chaire Opale

CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

INFLUENCE DES GRAINS RECRISTALLISÉS EN HÉTÉROÉPITAXIE SUR LA TENUE EN SERVICE DES SUPERALLIAGES $\gamma - \gamma'$

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.

SUJET DE POSTDOC

Un nouveau mécanisme de recristallisation siégeant dans les superalliages $\gamma - \gamma'$ a récemment été découvert (thèse M.-A. Charpagne soutenue au CEMEF en décembre 2016, [1-3]). Des germes de grains recristallisés se forment par précipitation cohérente de phase γ sur le pourtour des précipités γ' primaires lors d'une étape de refroidissement. Ils grossissent ensuite au cours de la déformation à chaud et en régime post-dynamique de manière conventionnelle, c'est-à-dire sous l'effet d'une différence d'énergie stockée avec le voisinage. Un grain unique naît de chaque précipité primaire et présente la même orientation cristallographique que le précipité. Le terme de recristallisation en hétéroépitaxie a donc été proposé pour désigner ce mécanisme.

Initialement mis en évidence dans l'alliage René65, le mécanisme a pu être déclenché dans d'autres superalliages $\gamma - \gamma'$ à faible écart de paramètre de maille présentant un comportement thermochimique adéquat. A l'heure actuelle, l'effet de ces grains particuliers sur le comportement en service demeure totalement inconnu. Cette question sera au cœur du travail de post-doctorat. Il s'agira de mettre en place des essais mécaniques et des analyses microstructurales fines permettant d'identifier les processus de déformation et les premiers stades d'endommagement qui seraient associés à ces grains spécifiques (essais in situ sous MEB par exemple). Il sera également nécessaire d'étudier l'influence des traitements de revenu appliqués après mise en forme pour évaluer leur effet éventuel d'atténuation / de renforcement du rôle spécifique des grains hétéroépitaxiés. Selon l'effet constaté (positif/négatif), un travail d'optimisation des conditions thermomécaniques de mise en forme sera réalisé pour exacerber la présence de ces grains ou au contraire les éviter dans les microstructures forgées.

¹Charpagne M.-A. et al., Journal of Microscopy, 263:1 (2016) p.106-112
²Charpagne M.-A. et al. Journal of Alloys and Compounds, 688 (2016) p.685-694
³Charpagne M.-A. et al. Superalloys 2016 (2016) p.417-426.

Institut Pprime
 ISAE-ENSMA 1 av. Clément Ader, Téléport2,
 BP40109 Futuroscope-Chasseneuil, France
 patrick.villechaise@ensma.fr,
 jonathan.cormier@ensma.fr
 nathalie.bozzolo@mines-paristech.fr
 +33 (0)5 49 49 80 97 - +33 (0)5 49 49 82 32
 +33 (0)4 93 67 89 45

MOTS-CLÉS

Métallurgie - Mécanismes de déformation - Microstructure - Superalliages - Aéronautique.

PROFIL - COMPÉTENCES RECHERCHÉES

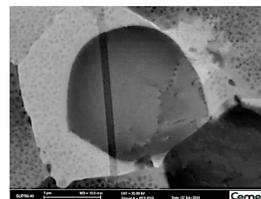
Doctorat en métallurgie / science des matériaux / génie des matériaux. Goût pour la recherche et le travail expérimental. Rigueur et capacité à s'investir pleinement dans un sujet et aptitude au travail en équipe. La maîtrise de la langue anglaise est indispensable. Pratique des techniques associées à la préparation métallographique (polissage, attaques). Expérience en microscopie électronique à balayage; pratique des techniques associées (EDS, EBSD) bienvenue.

LIEU ET ÉQUIPE

Le postdoc, ouvert au recrutement et d'une durée de 18 mois, sera effectué principalement à l'institut Pprime à l'ISAE-ENSMA (près de Poitiers) sous la direction de Patrick Villechaise (titulaire adjoint de la chaire OPALE) et de Jonathan Cormier (MCF - ENSMA) pour la partie relative au comportement mécanique, et au CEMEF MINES ParisTech, sous la direction de Nathalie Bozzolo (titulaire de la chaire ANR-Safran OPALE) pour la partie relative à la mise en forme (courts séjours).

CANDIDATURE

Pièces demandées: CV détaillé, rapports des rapporteurs de thèse et de la soutenance, lettre de motivation, deux lettres de recommandation, deux publications représentatives des travaux de recherche menés antérieurement. Les pièces sont à envoyer à patrick.villechaise@ensma.fr et nathalie.bozzolo@mines-paristech.fr.



Grain recristallisé en hétéroépitaxie observé dans l'alliage René65, avec une macle thermique se propageant à travers le grain et le précipité γ' plus sombre et témoignant de la relation d'orientation entre les deux phases. Image d'électrons rétrodiffusés.