

Offre de stage : Identification du comportement local par caractérisation in-situ par nano-tomographie d'un alliage d'aluminium élaboré par fabrication additive.

Contexte Les nouvelles générations d'alliages d'aluminium spécialement conçus pour la fabrication additive permettent de combiner des bonnes capacités d'élaboration avec des propriétés mécaniques d'intérêt à température ambiante ou à chaud. Les procédés d'élaboration par fusion locale de lit sur poudre par faisceau laser (L-PBF - Laser Powder Bed Fusion) conduisent à des microstructures particulières. D'une part, les fortes vitesses de solidification en jeu génèrent des microstructures très fines, souvent hors équilibre. D'autre part, la fusion locale, se traduisant par des bains de fusion, est à l'origine de microstructures hétérogènes (voir figure 1). Les différentes microstructures (fine équiaxe, grossière équiaxe, colonnaire) présentent des contrastes rhéologiques plus ou moins importants en fonction des traitements thermiques post-élaboration.

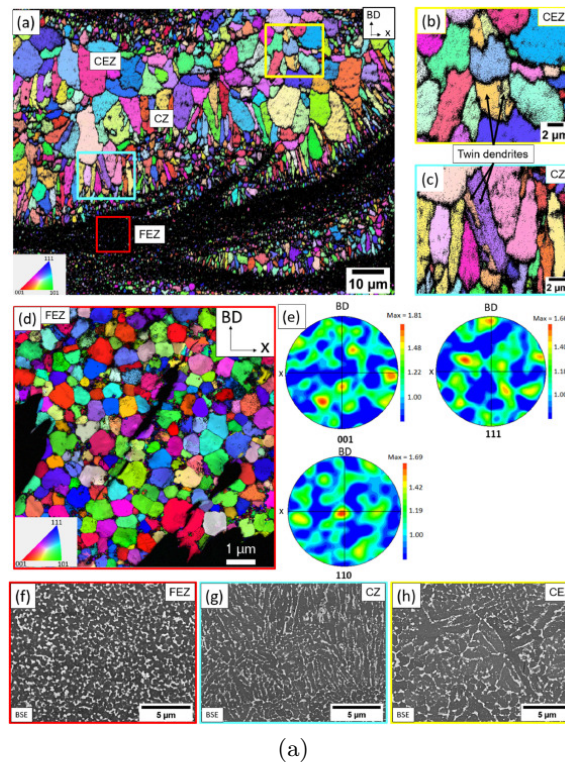


FIGURE 1 – *Aperçu des différentes microstructures et de leur distribution spatiale [BUTTARD et al. 2021].*

Afin de mieux comprendre le comportement mécanique de ces structures "composites" il est nécessaire de remonter au comportement local des différentes zones : il faut quantifier la déformation à l'échelle de ces zones.

Classiquement les mesures de champs de déformation sont obtenues par corrélation d'images numériques grâce au suivi de mouchetis de surface lors d'essais in situ en microscope électronique à balayage. Compte tenu de l'aspect fortement tridimensionnel des microstructures et des topologies en jeu, ces approches offrent des informations limitées et à prendre avec précaution.

Les développements récents en imagerie par nano-tomographie sous rayonnement synchrotron permettent de suivre en 3D et au cours du temps des essais mécaniques, aussi bien à température ambiante, qu'à chaud, avec des résolutions spatiales de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres [KUMAR et al. 2022].

Objectifs Deux campagnes d'essais de traction ont été réalisées au synchrotron européen (ESRF) sur des éprouvettes ayant subi différents traitements thermiques, lesquels affectent significativement les comportements locaux. Pour chaque condition (température, traitement thermique), une éprouvette a été sollicitée et des scans ont été réalisés dans plusieurs états de déformation.

L'objectif de ce stage est de traiter et d'analyser ces données. Pour cela le stagiaire pourra s'appuyer sur différents outils pour :

- identifier automatiquement les différentes zones de la microstructure par intelligence artificielle ;
- mesurer le champ de déformation par corrélation d'images volumique [STAMATI et al. 2020 ; LHUISSIER et al. 2021] ;
- caractériser et quantifier l'endommagement généré sous forme de pores.

Profil du candidat Le candidat sera étudiant de master 2 ou équivalent et aura suivi un cursus dans le domaine de la sciences des matériaux, de la mécanique, de la physique ou du traitement d'image au sens général. Le candidat devra prendre des initiatives aussi bien au niveau des procédures expérimentales que du traitement des données. Le candidat devra pouvoir travailler en équipe.

Encadrement Ce stage sera encadré par Guilhem Martin (Maître de conférence de l'Université Grenoble Alpes au laboratoire SIMaP) et Pierre Lhuissier (chargé de recherche du CNRS au laboratoire SIMaP). Le stage se déroulera au sein du laboratoire SIMaP (Grenoble) où l'on trouve une expérience importante dans le domaine de la fabrication additive, des alliages d'aluminium et de la caractérisation par tomographie X. Le SIMaP et Constellium ont créé en 2022 le laboratoire commun 3ALP (Advanced Aluminium Alloys Partnership).

Ce stage débutera en Fev/Mar 2023 pour une durée de 6 mois.

Contacts

- Guilhem MARTIN (guilhem.martin@simap.grenoble-inp.fr)
- Pierre LHUISSIER (pierre.lhuissier@simap.grenoble-inp.fr)

Adresse SIMaP-GPM2-UMR CNRS 5266
Bâtiment ECOMARCH 1130, rue de la Piscine,
38402 SAINT-MARTIN D'HERES

Références

- BUTTARD, Maxence et al. (2021). "Multi-scale microstructural investigation of a new Al-Mn-Ni-Cu-Zr aluminium alloy processed by laser powder bed fusion". In : *Materialia* 18.
- KUMAR, R. et al. (2022). "Elementary growth mechanisms of creep cavities in AZ31 alloy revealed by in situ X-ray nano-tomography". In : *Acta Materialia* 228.
- LHUISSIER, P. et al. (2021). "High-temperature deformation followed in situ by X-ray microtomography : a methodology to track features under large strain". In : *Journal of Synchrotron Radiation* 28.



STAMATI, Olga et al. (2020). "spam : Software for Practical Analysis of Materials". In : *Journal of Open Source Software* 5.