

Intitulé : Relations microstructures/propriétés dans un alliage de titane à transformation de phase sous contrainte élaboré par fusion laser sur lit de poudre

Direction : Hugo Schaal, Frédéric Momprou.

Description détaillée :

Les alliages de titane à transformation de phase sous contrainte présentent des propriétés mécaniques intéressantes pour des milieux industriels exigeants, comme l'aéronautique (systèmes d'amortisseurs, éléments de structures et de réacteurs) ou encore les dispositifs médicaux (prothèses de hanche, de genou, implants dentaire...). Ces alliages, de la famille des β -métastables, tirent leurs propriétés d'une instabilité mécanique au sein de la phase β , modifiant les mécanismes de déformation plastique de ces alliages métalliques. Là où la plupart des métaux admettent le glissement de dislocations comme vecteur principal de la déformation plastique, les alliages de titane β -métastables peuvent présenter du maillage ou une transformation de phase solide de type martensitique.

Ces alliages peuvent également présenter une combinaison de ces différents mécanismes au cours de la séquence de déformation, rendant le séquençage de celle-ci particulièrement difficile à interpréter. La compréhension de ces phénomènes et de ces séquences présente un intérêt pour le développement des pièces de structures et dispositifs médicaux de demain, pouvant orienter le design et les microstructures de ces éléments industriels afin d'en tirer le meilleur parti. D'un point de vue pratique, la mise en œuvre de ces alliages implique souvent un traitement thermique de trempe afin de garantir la métastabilité de la phase austénitique (phase β) à l'origine de l'instabilité mécanique pouvant déclencher la transformation de phase sous contrainte. Cette étape peut constituer un réel frein dans le développement de prototypes à haut niveau de TRL.

L'étude et le développement de ces alliages admet un regain d'intérêt depuis l'arrivée des méthodes de fabrication additive, impliquant des gradients thermiques importants et des vitesses de refroidissement tout aussi importantes, souvent à l'origine de microstructure hors-équilibre (voir **Fig.1**). Ces méthodes représentent une opportunité dans l'obtention de pièces « semi-finies » ne nécessitant pas de traitement de trempe.

Au cours de cette étude, des alliages de titane à transformation de phase seront élaborés par voie additive, notamment par fusion laser sur lit de poudre. Les populations de défauts des bruts de fabrication seront caractérisées par microscopie optique et électronique via analyse statistique d'images, ou tomographie-X.

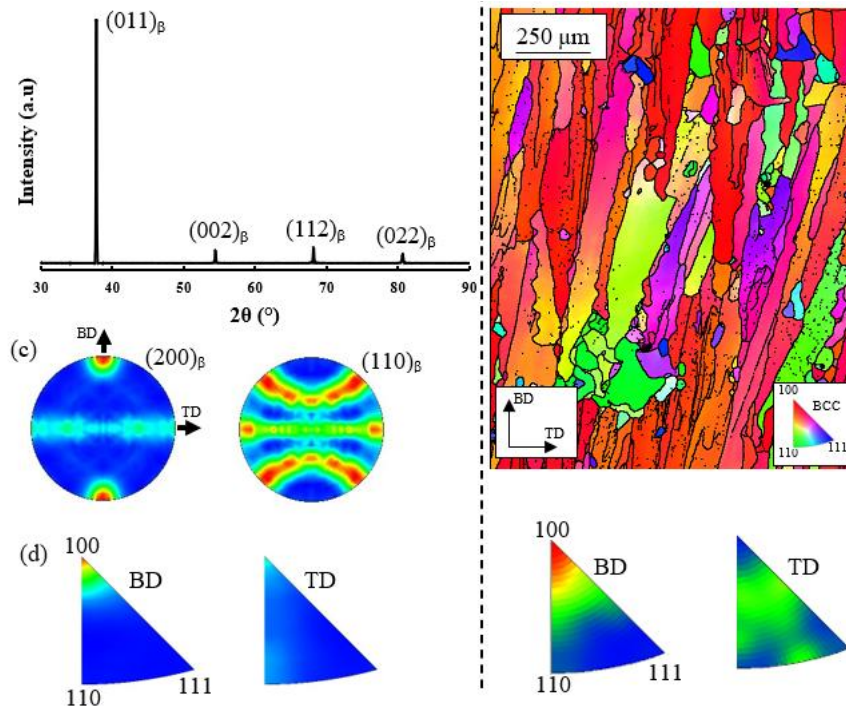


Fig.1. Microstructure type d'un alliage de titane β -métastable à transformation de phase.

Le cœur de cette étude sera l'analyse de la microstructure initiale des bruts d'élaborations via diffraction d'électrons rétrodiffusés (EBSD), puis de la séquence de déformation dans ces alliages. Celle-ci fera l'objet d'une caractérisation multi-échelle via couplage de déformations *in situ* dans un microscope électronique à balayage avec EBSD, puis d'essais de déformations *in situ* dans un microscope électronique en transmission (MET). Une attention particulière sera apportée aux aspects cristallographiques régissant ces séquences de déformation.

Le financement de cette thèse est acquis (EUR NanoX). Le candidat évoluera au sein du site du CEMES, unité propre de recherche du CNRS, (arrêt de métro Saouzelong), avec plein accès au parc instrumental du laboratoire. Le candidat sera amené à se déplacer au sein des sites des différents collaborateurs assurant les aspects de fabrication, et également pour diffuser ses résultats dans le cadre de congrès et colloques nationaux et internationaux.

Contact :

CEMES – CNRS, 29 Rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse

Hugo Schaal : hugo.schaal@cemes.fr

Frédéric Momprou : frederic.momprou@cemes.fr