

Approche couplée de diffraction à haute énergie et de modélisation numérique pour l'étude multi-échelles du comportement superélastique d'un alliage à mémoire de forme Cu-Al-Be

Résumé

Ce travail vise à étudier le comportement multi-échelles d'un alliage à mémoire de forme Cu-Al-Be austénitique subissant une transformation martensitique (TM) induite par traction. Du fait de sa forte anisotropie cet alliage est un candidat idéal pour explorer les inhomogénéités qui se développent à l'échelle inter et intragranulaire.

Ce travail de compréhension du comportement superélastique s'est réalisé par une approche couplée entre des méthodes de diffraction à haute énergie et la simulation numérique. La microstructure initiale a été imagée par TCD puis la déformation et la rotation élastiques moyennes sur 187 grains, a été mesurée par 3DXRD à chaque chargement mécanique. La microstructure réelle de l'échantillon a été finement maillée pour reproduire par un calcul en éléments finis l'essai de traction en champ complet. Pour cela, un modèle de comportement micromécanique simulant le comportement du Cu-Al-Be a été utilisé.

Les méthodologies développées, tant du point de vue expérimental que numérique, ont permis de révéler l'influence de l'orientation cristallographique, de la taille des grains, du voisinage, du champ de rotation et de contraintes locales sur la TM.

Mots-clés : Superélasticité, Cu-Al-Be, 3DXRD, TCD, modélisation, contraintes, inhomogénéités inter et intragranulaires

Résumé en anglais

This work aims to study the multi-scale behaviour of an austenitic Cu-Al-Be shape memory alloy (SMA) upon a stress-induced martensitic transformation (MT). Because of its strong anisotropy, this alloy is an ideal candidate to explore the inhomogeneities that develop at the inter and intragranular scales.

This study has been carried out using a coupled approach between high-energy diffraction methods and numerical simulation. The initial microstructure was imaged by TCD then the elastic deformation and rotation averaged over 187 grains were measured by 3DXRD at each mechanical loading. The actual microstructure of the specimen was finely meshed to reproduce the full field tensile test by finite element calculation. For this purpose, a micromechanical behaviour model simulating the behaviour of Cu-Al-Be was used.

The methodologies developed, from both experimental and numerical point of view, revealed the influence of crystallographic orientation, grain size, neighbourhood, rotational field and local stresses on the MT.

Keywords: Superelasticity, Cu-Al-Be, 3DXRD, DCT, modelling, stress, inter and intra-granular inhomogeneities