
Modélisation multiéchelle du comportement multiaxial d'un alliage superélastique de Titane-Niobium

Etienne Patoor^{*1}, Mame Daro Fall², and Ossama Chahouani³

¹Georgia Tech-Lorraine - (GTL - CNRS UMI 2958) – GTL - CNRS UMI 2958 – 2 Rue Marconi 57070
Metz, France

²Arts et Métiers ParisTECH – Arts et Métiers Paris Tech – France

³Georgia Tech Lorraine – Georgia Tech Lorraine – France

Résumé

Il a été observé dans des alliages de Titane-Niobium que l'instabilité mécanique de la phase b et l'influence de la martensite a sur les propriétés élastiques produisent des alliages métalliques dont le module élastique apparent s'approche sensiblement de celui de l'os cortical. Cette particularité permet de réduire significativement les phénomènes de " stress-shielding " rencontrés en implantologie. Ces alliages font ainsi figures d'excellent candidats pour de nombreuses applications biomédicales.

Cependant, peu d'informations sont actuellement disponibles concernant l'analyse du comportement multiaxial de ces alliages. De nombreux travaux ayant montrés que les approches de modélisation multiéchelles sont particulièrement bien adaptées pour décrire le comportement superélastique associé à la transformation martensitique sous contrainte dans les alliages à mémoire de forme, l'objectif de cette étude consiste à utiliser ce type d'approche comme une machine d'essais virtuelle pour étudier la réponse multiaxiale de ces matériaux et mettre en évidence des relations microstructure-propriétés.

Le modèle utilisé considère les fractions volumiques des variantes à plan d'habitat de la martensite comme variables internes et utilise les outils développés en micromécanique pour déterminer une matrice d'interaction entre les différentes variantes. La transition d'échelle entre le comportement local du grain considéré comme un monocristal et celui du volume élémentaire représentatif est réalisée par un schéma auto-cohérent.

La première étape consiste à valider l'identification des paramètres matériaux utilisés en comparant les résultats obtenus pour la traction uniaxiale avec des résultats expérimentaux. La forme présentée par la surface de transformation est ensuite déterminée pour différents types de texture crystallographiques.

Les courbes contraintes déformation obtenues pour différents types de chargements multiaxiaux sont ensuite analysées en fonction de la texture crystallographique considérée. Une attention particulière est portée aux évolutions prédites au cours des chargements mécaniques pour les variables internes dans des grains du volume élémentaire représentatif voisin des orientations caractéristiques $\langle 100 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ et $\langle 111 \rangle$.

*Intervenant

Mots-Clés: Micromécanique, Transition d'échelle, Alliage à mémoire de forme, Superélasticité