

N° d'ordre : D -

THESE

présentée

devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

en vue de l'obtention du

DOCTORAT

spécialité : Sciences des matériaux

par M. JOBIT Nicolas

Intitulé : Etude de la transformation martensitique sous contrainte et du maillage dans les alliages base titane et base zirconium de structure cubique centrée.

Directeur de Thèse : M. CASTANY Philippe

Date, heure et lieu de soutenance : 27/10/25 - INSA Rennes - Amphithéâtre Bonin - 14h

Membres du jury (nom, prénom, titre et établissement de rattachement, fonction)

M. CASTANY Philippe – Professeur des Universités – ISCR, INSA Rennes

M. SUN Fan – Chercheur HDR – IRCP, Chimie ParisTech

M. HEMERY Samuel – Maître de conférences HDR – Pprime, ISAE ENSMA Poitiers

Mme. VERON Muriel – Professeure des Universités – SIMaP, PHELMa Grenoble

M. BERTRAND Emmanuel – Maître de conférences - Polytech Nantes

Mme. PETTINARI-STURMEL Florence – Professeure des Universités – CEMES, Université de Toulouse III Paul Sabatier

M. GUITTON Antoine – Professeur des Universités – LEM3, Université de Lorraine Metz

RESUME DE LA THESE

Les alliages utilisés actuellement dans le domaine biomédical présentent deux inconvénients majeurs. D'une part, ils comportent de nombreux éléments qui sont suspectés d'être dangereux pour la santé humaine. D'autre part, leurs propriétés mécaniques sont bien souvent trop éloignées de celles des os, produisant alors un effet de « Stress shielding ». Parmi les candidats possibles pour les remplacer, les alliages de titane et de zirconium β -métastable sont envisagés puisqu'ils peuvent être composés d'éléments totalement biocompatibles et que leurs propriétés mécaniques sont compatibles avec celles de l'os humain.

Ces travaux de thèse visent à apporter une meilleure compréhension fondamentale des mécanismes de déformation activés dans ces alliages. En particulier, le lien entre maillage et transformation martensitique sous contrainte sera étudié, ainsi que la contribution de chaque mécanisme au cours de la déformation.

Quatre alliages de titane (Ti-27Nb et Ti-8Mo, % at.) et de zirconium (Zr-13Nb-0,7Sn et Zr-14Nb-0,7Sn % at.) ont été choisis comme compositions modèles pour cette étude. A partir d'essais de traction et d'analyses par diffraction des rayons X, par diffraction des électrons rétrodiffusés (EBSD), et par microscopie électronique en transmission, la transformation martensitique sous contrainte et le maillage ont été identifiés. Leur séquence d'apparition et leurs interactions ont ensuite été précisément déterminées à partir d'essais *in situ* sous rayonnement synchrotron et en EBSD. Cela a permis une meilleure compréhension du lien entre la transformation martensitique sous contrainte et l'activation du système de maillage $\{332\}\langle 113 \rangle_\beta$, propre à cette famille d'alliages. Des processus de maillage successifs inédits ont également été mis en évidence à grande déformation.

Enfin, des essais mécaniques à 200 °C, 300 °C ainsi qu'à -100 °C ont été menés pour étudier l'effet de la température sur l'activation des mécanismes de déformation précédemment identifiés afin de pouvoir élargir le domaine d'application de ces alliages β -métastable.