

SEMINAIRE



Service de Recherches de Métallurgie Physique

DEN/DANS/DMN

Bibliothèque du SRMP – Bâtiment 520 – Pièce 109

***De l'influence de la microstructure des alliages métalliques
sur leurs propriétés fonctionnelles.
Applications aux domaines biomédical et nucléaire***

Hélène LEFAIX

DEN/DANS/DPC/SCCME/LECA

S'il est évident depuis longtemps que la microstructure d'un matériau métallique joue un rôle fondamental dans ses propriétés fonctionnelles, la maîtrise et la caractériser fait toujours l'objet de nombreux travaux de recherche et ce quel que soit le domaine d'application et les fonctions recherchées. Deux exemples peuvent ainsi servir d'illustrations: les alliages base titane pour les applications biomédicales et ceux base nickel pour les applications nucléaires.

Si les alliages base titane sont reconnus depuis une cinquantaine d'années comme des matériaux de choix pour les implants de suppléance fonctionnelle, deux axes d'amélioration sont actuellement à l'étude: l'abaissement du module élastique pour que l'implant s'adapte mieux à l'environnement hôte et l'augmentation de la résistance aux frottements. Les recherches ont permis de faire émerger deux catégories intéressantes: les alliages β -métastables et les structures non périodiques. Les premiers dont la particularité est de présenter un module d'Young plus bas que les alliages α - β traditionnels présentent aussi une grande modularité de structures en termes de nature, morphologie et échelle des phases accessibles par traitements thermiques, permettant une meilleure adéquation des propriétés mécaniques avec le milieu hôte. Les structures non périodiques (amorphes ou quasicristallines (QC)), reconnues pour leur excellente résistance à l'usure et leur dureté, sont des candidats potentiels pour améliorer les propriétés tribologiques des implants métalliques bien que peu caractérisés à ce jour au regard des critères de biocompatibilité. Dans le cas présent, l'alliage $Ti_{45}Zr_{38}Ni_{17}$ a été étudié. La caractérisation des structures élaborées par hypertrempe sur roue et éventuellement traitées thermiquement a mis en évidence la possibilité de contrôler la nature des phases présentes en fonction des conditions de préparation, depuis une structure amorphe avec dispersion de précipités nanométriques cubiques centrés β jusqu'à une structure mixte β /QC. Des relations d'orientation entre cristaux et QC ont par ailleurs été mises en évidence. Du point de vue des critères biochimiques de biocompatibilité, la couche d'oxyde est essentiellement constituée de TiO_2 et ZrO_2 quelle que soit la structure sous-jacente. Le développement cellulaire suit un processus classique d'adhésion, prolifération et différenciation, mettant en évidence la biocompatibilité de $Ti_{45}Zr_{38}Ni_{17}$ à moyen terme.

Dans le second exemple, les alliages base nickel sont les principaux matériaux constitutifs des tubes de générateurs de vapeur des réacteurs à eau pressurisée. Leur état de surface, en termes notamment de défauts métallurgiques est un paramètre clé pour l'oxydation car il influence aussi bien la structure du film d'oxyde formé que sa cinétique de croissance. Dans ce contexte, l'implantation d'ions permet de maîtriser la densité de lacunes et dislocations à la surface d'alliages pour accéder à des états plus ou moins défectueux, mais parfaitement caractérisés. Les premiers résultats concernant l'implantation de Xe^{3+} ont mis en évidence le double effet du taux de défauts à la surface: il influence à la fois la densité de courts-circuits de diffusion au sein de l'oxyde mais également la vitesse de formation des nodules de chromine à l'interface entre l'alliage et la chromite mixte de nickel et de fer. Le travail actuellement en cours sur l'implantation d'ions Ni^{x+} a pour objectif d'intégrer le paramètre défauts de surface dans une approche de modélisation mécanistique du processus de corrosion.

Ces deux exemples issus de domaines très différents mettent en évidence l'impact fort que peut avoir une bonne maîtrise de la microstructure d'un matériau (nature de phase, présence de défauts métallurgiques) sur ses propriétés fonctionnelles.

Jeudi 30 avril 2009 à 10h30

N.B : ***Les visiteurs de nationalité étrangère hors Union Européenne sont priés de bien vouloir avertir impérativement 3 semaines à l'avance – les visiteurs de l'Union Européenne 1 ou 2 jours avant le séminaire***
– le Secrétariat du Service de leur entrée sur le Centre :
Tel : 01 69 08 66 64 – Fax : 01 69 08 68 67