

Elaboration et propriétés d'un verre métallique massif Zr-Co-Al pour applications biomédicales

Eliott GUERIN

Sous la direction de J.-J. Blandin et Rémi Daudin

Mardi 8 mars 2022 à 9h30

Amphithéâtre Rassat (Faculté biologie)

Jury :

Madame Mariana Calin, Prof. des universités à l'IFW Dresden, rapporteuse

Monsieur Jean Christophe Sangleboeuf, Pr. des universités à l'IPR Université de Rennes, rapporteur

Monsieur Eric Beaunon, Prof. des universités au LNCMI Université Grenoble Alpes, examinateur

Monsieur Stéphane Gorsse, Maître de conférence à l'ICMCB Université de Bordeaux, examinateur

Monsieur Damien Fabregue, Prof. à MATEIS INSA Lyon, invité

Monsieur Nicolas Courtois, Directeur recherche et affaires cliniques chez Anthogyr, invité

Monsieur Alexis Lenain, Manager R&D matériaux chez Vulkam, invité

Résumé : Le secteur médical est actuellement confronté à un défi concernant la miniaturisation des dispositifs biomédicaux. Pour permettre des chirurgies moins invasives et des procédures plus sûres, il est nécessaire de produire et de caractériser de nouveaux matériaux tels que des verres métalliques aux propriétés contrôlées. Dans ce contexte, un verre métallique ternaire Zr-Co-Al est synthétisé et caractérisé structurellement. Dans l'état brut de moulage, les propriétés mécaniques et de corrosion sont étudiées. Grâce à des tests de polarisation ou d'immersion à long terme, on démontre que le verre étudié répond aux normes médicales et que le cobalt joue un rôle clé dans le mécanisme de corrosion. Grâce à des tests de fatigue spécifiques, on démontre également que le verre métallique Zr-Co-Al répond aux exigences de la norme médicale. Des essais de compression sont analysés en étudiant les chutes de contraintes en cours de déformation, ce qui permet de proposer une dynamique des bandes de cisaillement en deux régimes : un régime de propagation stable suivi d'un régime catastrophique. Cette approche modifiée de l'analyse des chutes de contraintes apporte des informations intéressantes, complémentaires à l'approche plus répandue de la criticité auto-ordonnée. En contraste avec la littérature, la stabilité de la température de transition vitreuse avec la vitesse de chauffage, conduisant à une énergie d'activation élevée pour la réorganisation structurelle, est également rapportée. Des tentatives de modification de l'état énergétique du verre sont réalisées en mettant en oeuvre des traitements de relaxation et de rajeunissement. La sensibilité du verre Zr-Co-Al est comparée à celle de verres Zr-Cu-Al et les différences observées suggèrent des différences en termes d'hétérogénéités structurales entre ces verres. De plus, nous démontrons que le rajeunissement par chargement cyclique sous la limite d'élasticité peut améliorer la plasticité du verre à base de Zr-Cu-Al. Enfin, l'effet d'une modification de composition par l'addition de niobium sur les propriétés mécaniques et de corrosion est également étudié, soulignant l'importance de la stratégie de substitution.