

Etude Comparative en Tribologie de Biomatériaux Métalliques et Céramiques

Mohamed Labaïz^{#1}, Malak Merah^{*2}

[#] *Department of Metallurgy, Badji Mokhtar-Annaba University
Campus Sidi Amar, PO Box 12, 23000, Annaba,*

Email 1 - mohamed.labaiz@univ-annaba.dz

Email 2 - malakmerahm38@gmail.com

Introduction :

Les alliages de Titane et les aciers inoxydables sont largement utilisés dans le domaine biomédical. Ils sont les biomatériaux les plus attractifs pour les implants orthopédiques et autres applications dentaires en raison de leurs remarquables propriétés physico-chimiques et de leur biocompatibilité élevée avec les tissus humains. L'alliage Ti 6AL 4V, présente une faible densité, une excellente biocompatibilité associée à une bonne résistance à la corrosion dans les fluides corporels, Cet alliage présente également un faible module d'Young proche de celui de l'os, et donc très approprié pour une implantation afin d'éviter le relâchement des implants et augmenter leurs durée de vie. Cependant, l'utilisation de ces alliages est limitée par la faible tenue à l'usure par frottement. Les aciers inoxydables sont aussi célèbres pour leurs propriétés telles que la résistance élevée à la corrosion et à la fatigue ainsi que la résistance à l'usure élevée. Outre la biocompatibilité, ces propriétés sont importantes dans la sélection et l'adaptation d'un matériau pour des applications biomédicales comme la fabrication de vis et de plaques de fixation et tige fémorale (prothèse de hanche).

L'hydroxyapatite est un matériau céramique qui peut s'intégrer à l'os sans provoquer de toxicité locale ou systémique, d'inflammation ou de réponse du corps étranger. Pour ces raisons, l'hydroxyapatite est aussi largement utilisée pour des applications biomédicales notamment en orthopédie, en odontologie et en tant que matériau de revêtement pour implants métalliques.

Le corail naturel peut être utilisé comme substitut osseux, grâce à sa possibilité de recolonisation par les cellules osseuses. Il est composé à 99% de carbonate de calcium en phase et cristalline. Il a une structure poreuse (variable selon les espèces de coraux considérés) qui lui confère des propriétés ostéoconductrices.

L'objectif de ce travail est axé sur la caractérisation tribologique (milieu lubrifié et non lubrifié) de biomatériaux métalliques (AISI316L, Ti6Al4V) et céramiques (hydroxyapatite, corail). Le milieu lubrifié est un milieu physiologique proche de celui du corps humain. Les surfaces usées ont été caractérisées par microdureté, rugosimétrie 3D, microscopie optique et microscopie électronique à balayage.

Résultats :

les valeurs obtenues montrent la bonne résistance à l'usure de l'acier AISI316L dans les deux milieux (sec et lubrifié) en conservant la plus faible valeur du taux d'usure, suivi avec l'alliage Ti6Al4V avec des valeurs un peu modérées. Le corail présente un comportement unique sous les charges élevées en affichant des valeurs du taux plus faible en augmentant la charge appliquée, ce qui s'explique par le phénomène de compactage de surface qui sert à une fermeture partielle des pores sous l'effet de l'écrasement qui provoque une compression des grains en limitant leur arrachement. L'hydroxyapatite a montré les plus grands taux d'usure et coefficient de frottement, ce qui montre la fragilité de dépôt (matériau poreux) et la faible adhérence obtenue par la méthode de projection choisie qui facilite l'arrachement de matière de la surface.

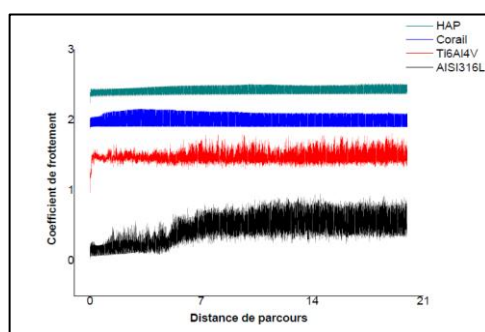


Figure 1 Courbes d'évolution de coefficient du frottement en fonction du parcours (AISI 316L, Ti6Al4V, Corail et HAP, charge 3N, milieu lubrifié)

Conclusion :

Tous les matériaux étudiés et les résultats obtenus respectent les normes imposées par le domaine biomédical (dureté, rugosité, résistance à la corrosion et au frottement, etc...). Pour le moment, l'acier AISI316L et l'alliage Ti6Al4V constituent des matériaux de choix pour l'utilisation dans le domaine biomédical, ce qui est confirmé par les différents travaux antérieurs. Il faudrait trouver la bonne méthode de dépôt de l'hydroxyapatite en vue d'une meilleure adhérence du revêtement. Une deuxième perspective concerne l'utilisation du corail sous forme nanométrique, ce qui va permettre l'amélioration de la structure (possibilité d'intégration avec d'autres matériaux).

Références :

- [1] Smith, R.K., "Nanobiomaterials in Clinical Use", *Materials Today*, 2021
- [2] Marin, E.; Lanzutti, A. Biomedical Applications of Titanium Alloys: A Comprehensive Review. *Materials* **2024**, *17*, 114.
- [3] Guillemin, G., Patat, J.-L., Fournie, J., & Chetail, M. (1987). *The use of coral as a bone graft substitute. Journal of Biomedical Materials Research*, 21(5), 1987 557–567.