Effet contrintuitif du niveau de vide sur le maintien de la superlubrification du MoS2

M. DHIEB[a], J. SICRE[b], C. LEBRETON[c], C. TRIBILLON[c], JB. SANCHEZ[a] , G. COLAS[a]

[a] Université Marie et Louis Pasteur, CNRS, institut FEMTO ST, F 25000 Besançon, France, [b] CNES, 31401 Toulouse, France, [c] ADR Alcen, 77810 Thomery, France

MOTS CLES

Frottement ; Lubrification solide ; Tribologie spatiale

INTRODUCTION

L'amélioration de la fiabilité des mécanismes spatiaux constitue un enjeu majeur pour les missions actuelles et futures, en raison de l'impossibilité d'effectuer des opérations de maintenance après lancement. Dans ce contexte, les lubrifiants solides tels que le disulfure de molybdène (MoS_2) sont largement utilisés pour assurer des performances tribologiques fiables en environnement spatial [1]. Toutefois, ces matériaux doivent conserver leurs propriétés sur l'ensemble du cycle de vie de la mission, dans des conditions de vide fortement variables (10^{-5} à 10^{-9} mbar) [2,3].

MATERIAUX ET METHODES EXPERIMENTALES

Cette étude se concentre sur l'influence du niveau de vide sur le comportement tribologique du MoS_2 sous forme de couches brunies. Les conditions de contact sont résumées dans le tableau 1.

Des analyses du vide résiduel dans la chambre sont réalisées et couplées à des caractérisations MEB, XPS et Raman afin d'identifier les mécanismes en jeu.

Tableau 1 : Conditions d'essais tribologiques

Paramètre	**Valeur**
Revêtement	MoS_2 bruni
Configuration du contact	Contact oscillant
Pression de contact	1 GPa
Vitesse de déplacement	16.6 mm/s
Nombre de cycles	500 cycles

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats montrent de manière reproductible que, bien que le coefficient de frottement reste dans un régime de superlubrification ($\mu \approx 0{,}007$), la durée de vie à l'usure sous un vide de 10^{-5} mbar est supérieure à celle obtenue à 10^{-7} mbar (fig. 1).

Ce comportement contre-intuitif est corrélé à la composition du vide résiduel. Des éléments carbonés sont observés dans certains agglomérats de troisième corps après essais à 10^{-5} mbar, tandis que

le MoS_2 cristallin reste détecté. Des effets synergiques entre l'eau, les espèces résiduelles et le MoS_2 entreraient en jeu.

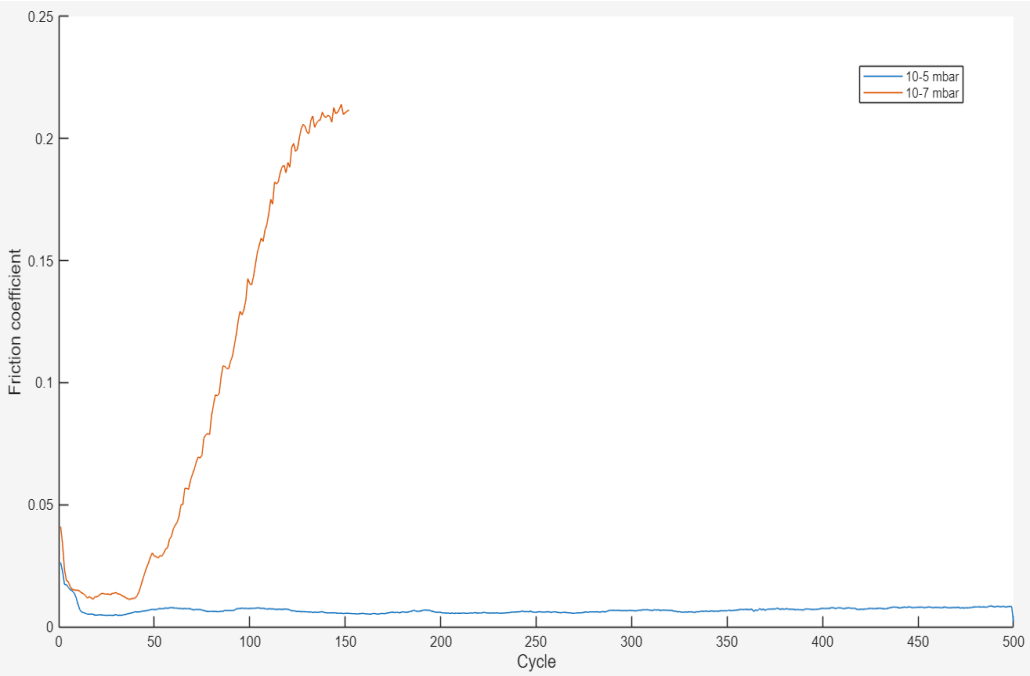


Figure 1 : Influence du niveau de vide sur le comportement en frottement du MoS_2 bruni

CONCLUSION

Cette étude souligne l'importance de la prise en compte des environnements de test et d'exploitation pour prédire de manière fiable les performances tribologiques des dépôts de MoS_2 en applications spatiales.

Références

[1] Vazirisereshk, M. R., Martini, A., Strubbe, D. A., & Baykara, M. Z. (2019). Solid lubrication with MoS2: a review. Lubricants, 7(7), 57.
[2] Gradt, T., & Schneider, T. Tribological performance of MoS2 coatings in various environments. Lubricants.
[3] Zhou, M., Tong, R., Zhang, T., & Liu, G. (2023). Application of MoS2 in the space environment: a review. Frontiers of Mechanical Engineering, 18(3), 39.