

EFFET DE L'UTILISATION D'UN REVETEMENT ANTI-FRETTING SUR LE COMPORTEMENT D'UN CONTACT ENTRE ALLIAGES DE TITANE EN CONDITIONS SEVERES

A. Mathieu Marquer^{1,3}, B. Sylvain Philippon¹, C. Laurent Faure², D. Pierre Chevrier¹ et E. Joffrey Tardelli³

1. Laboratoire de mécanique Biomécanique, Polymère, Structures (LaBPS), EA4632, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz (ENIM), F-57012 Metz Cedex 01, France

2. Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3), CNRS UMR 7239, Université de Lorraine (UL), F-57012 Metz Cedex 01, France

3. Institut de Recherche Technologique – Matériaux, Métallurgie et Procédés (IRT M2P), Bâtiment CIRAM, 4 rue Augustin Fresnel, 57070 Metz

MOTS CLES

Ti6Al4V, Revêtement, Frottement sec, Haute vitesse de glissement, Microstructure, Usure

INTRODUCTION

Les alliages de titane comme le Ti6Al4V représentent une part non négligeable des matériaux constituant un avion, pouvant représenter jusqu'à 9% de sa masse [1]. Dans certains assemblages, les contacts entre pièces en alliages de titane sont soumis à des sollicitations de type « fretting ». En raison des mauvaises performances tribologiques des contacts entre alliages de titane [1,2], notamment en condition de fretting [3,4], des revêtements anti-fretting sont employés pour protéger les surfaces de contact.

Des événements exceptionnels peuvent néanmoins avoir lieu et engendrer un glissement à haute vitesse et haute pression normale apparente. Les conditions de ce contact sévère étant très différentes de celles des sollicitations de fretting usuelles, le comportement du contact peut être très différent du cas de fretting usuel, comme le montrent les études effectuées concernant le cas du contact entre alliages de titane [5-7]. La connaissance de l'influence de la vitesse de glissement et de la pression normale apparente sur la valeur du coefficient de frottement moyen ainsi que sur les endommagements induits sont les principaux objectifs de cette étude.

ESSAIS

Les propriétés tribologiques des revêtements anti-fretting utilisés restent peu étudiées dans la littérature, les études étant souvent limitées aux conditions de service usuelles (fretting). Des essais à des vitesses de glissement comprises entre 8 et 60 m/s ont été effectués pour des pressions de contact apparentes de 110 et 280 MPa. Le glissement est initié par un impact contre une des pièces composant le couple d'étude, ce qui engendre un état quasi-instantané des conditions de glissement. Le coefficient de frottement est mesuré à l'aide d'un tribomètre spécifique [5-10], constitué d'un anneau dynamométrique (appliquant et mesurant l'effort normal) et un capteur d'effort axial (permettant la mesure de l'effort de frottement), tandis que la vitesse initiale de glissement est obtenue par corrélation d'images. Les essais ont été effectués sur un banc balistique (figure 1) pour les vitesses de glissement comprises entre 40 et 60 m/s et sur un puits de chute pour la vitesse de 8 m/s.

RESULTATS ET CONCLUSIONS

Les mesures ont permis de mettre en évidence la faible sensibilité du coefficient de frottement moyen et de l'usure apparente à la vitesse de glissement ainsi que la réduction de coefficient de frottement causée par l'augmentation de pression normale apparente. Les observations (au microscope électronique à balayage) *post-mortem* ont révélé une décomposition en sous-couches de la microstructure de la pièce non revêtue ainsi que la présence d'un dépôt à la surface des deux éléments du couple de frottement. Celui-ci est issu du mélange de l'alliage de titane constituant la pièce nue ainsi que du revêtement présent sur la pièce opposée.

Ces mesures et observations ont permis de proposer un scénario d'endommagement basé sur une cinétique constante d'endommagement expliquant les différentes observations. Celui-ci est comparé au comportement du couple Ti6Al4V/Ti6Al4V constaté par Chassaing *et al.* [5-7].

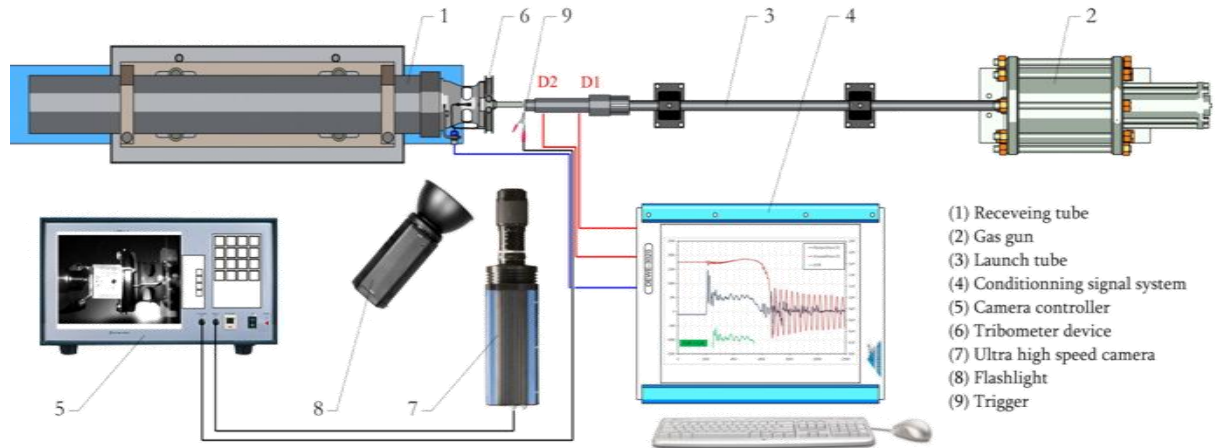


Figure 1: Banc balistique pour l'étude du frottement sec à grande vitesse [5]

REFERENCES

- [1] Combres, Y. (1999). Propriétés du titane et de ses alliages. In *Techniques de l'Ingénieur* (Vol. 33). Techniques de l'Ingénieur.
- [2] Combres, Y., & Champin, B. (2013). Traitements thermiques des alliages de titane. In *Techniques de l'Ingénieur* (Vol. 33). Techniques de l'Ingénieur.
- [3] Fayeulle, S., Blanchard, P., & Vincent, L. (1993). Fretting Behavior of Titanium Alloys. *Tribology Transactions*, 36(2), 267–275. doi:10.1080/10402009308983158
- [4] Long, M., & Rack, H. J. (2001). Friction and surface behavior of selected titanium alloys during reciprocating-sliding motion. *Wear*, 249(1-2), 157–167. doi:10.1016/S0043-1648(01)00517-8
- [5] Chassaing, G., Faure, L., Philippon, S., Coulibaly, M., Tidu, A., Chevrier, P., & Meriaux, J. (2014). Adhesive wear of a Ti6Al4V tribopair for a fast friction contact. *Wear*, 320(1-2), 25–33. doi:10.1016/j.wear.2014.08.001
- [6] Chassaing, G., Pougis, A., Philippon, S., Lipinski, P., & Meriaux, J. (2015). Experimental and numerical study of a fast frictional interaction of a Ti6Al4V tribopair.
- [7] Chassaing, G. (2015, December 4). Frottement sec à grande vitesse du couple Ti6Al4V-Ti6Al4V : étude expérimentale et modélisation du comportement thermomécanique. PhD thesis. Université de Lorraine.
- [8] S. Philippon, G. Sutter, A. Molinari, An experimental study of friction at high sliding velocities, *Wear* 257 (7-8) (2004) 777_784. doi:10.1016/j.wear.2004.03.017.
- [9] S. Philippon, G. Z. Voyiadjis, L. Faure, A. Lodygowski, A. Rusinek, P. Chevrier, E. Dossou, A device enhancement for the dry sliding friction coefficient measurement between steel 1080 and vascomax with respect to surface roughness changes, *Experimental Mechanics* 51 (3) (2010) 337_358. doi:10.1007/s11340-010-9368-9.

[10] A. Lodygowski, L. Faure, G. Z. Voyiadjis, S. Philippon, Dry sliding friction experiments at elevated velocities, *Strain* 47 (2011) 436_453. doi:10.1111/j.1475-1305.2010.00785.x.