

# NOUVELLE FORMULATION SOL-GEL POUR L'AMÉLIORATION DU COMPORTEMENT TRIBOLOGIQUE DE REVÊTEMENTS HYBRIDES

**N. Globa<sup>\*</sup>, M-J Menu<sup>\*</sup>, V. Turq<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>.CIRIMAT, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, 118, route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 9, FRANCE

## MOTS CLÉS

Revêtement, voie sol-gel, carbone amorphe

## INTRODUCTION

Dans cette étude, des revêtements hybrides organiques-inorganiques à base d'alcoxydes de silicium et d'aluminium ont été déposés par trempage-retrait sur acier inoxydable 430. Cette synthèse par voie sol-gel associée à un traitement thermique adéquat permet d'obtenir des revêtements de type oxyde ou hybride présentant, selon le type de précurseur utilisé, un comportement intéressant en tribologie. Le but de cette étude est l'amélioration de ce comportement tribologique grâce à l'utilisation de nouveaux précurseurs carbonés. La comparaison des résultats obtenus avec des précurseurs plus classiques permettra d'avancer dans la compréhension de la formation de la phase carbonée responsable des bonnes propriétés.

## RÉSUMÉ

Après dépôt par la méthode de trempage-retrait et traitement thermique à faible température (110°C), les revêtements obtenus sont couvrants et transparents mais ne présentent qu'un intérêt limité d'un point de vue tribologique. Après traitement thermique sous atmosphère inerte à 300°C, les revêtements s'assombrissent et présentent un faible coefficient de frottement de 0,35 et une bonne résistance à l'usure [1]. Le traitement thermique induit de nombreuses transformations chimiques et structurales dans le revêtement, qui a été analysé par spectroscopie Raman et RMN. La transformation du carbone présent dans le revêtement en carbone amorphe a été mise en évidence et pourrait expliquer l'amélioration du comportement tribologique observé. Afin de promouvoir la formation de carbone amorphe au sein des revêtements, un nouveau précurseur carboné (dérivé diglycidyl éther) a ensuite été introduit dans la formulation du sol afin d'étudier son impact sur le comportement tribologique du revêtement correspondant.

Les essais tribologiques ont été réalisés avec un tribomètre en mode sphère-plan à mouvement alternatif avec une contreface sphérique en alumine de diamètre 6 mm. Après un essai de 1000 cycles sous 1N, correspondant à une pression moyenne de Hertz de 250 MPa, les revêtements présentent un coefficient stable plus de deux fois inférieur à celui du substrat nu, et l'ajout de dérivé diglycidyl éther permet encore de réduire ce coefficient de 10%. Et surtout, cet a pour effet de doubler la durée de vie des revêtements sous contrainte et ce pour une large gamme de charges appliquées. Un exemple d'essai sous 5 N est présenté en figure 1. Des analyses ont été effectuées afin de comprendre les modifications engendrées pendant l'essai tribologique, notamment pour la phase carbonée.

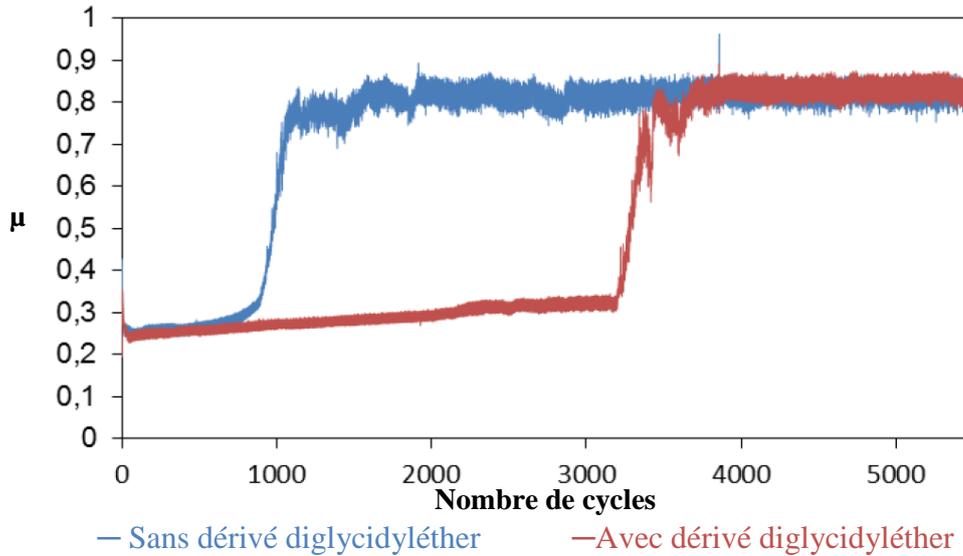


Figure 1 : Effet du dérivé diglycidyléther sur la durée de vie des revêtements

## CONCLUSION

Des revêtements hybrides ont été synthétisés en utilisant la voie sol-gel. Ils mettent en évidence un comportement tribologique intéressant une fois qu'ils ont subi un traitement thermique modéré. Les analyses indiquent que la structure du carbone présent dans les revêtements influe fortement sur le comportement tribologique et notamment l'importance du carbone sous sa forme  $sp^2$ . Avec l'ajout d'une faible quantité de dérivé diglycidyléther, les revêtements obtenus présentent une légère amélioration du coefficient de frottement, mais surtout une durée de vie avant rupture qui est doublée. Cette étude montre également qu'il est possible de transformer in-situ du carbone organique en carbone inorganique sans apport de particules extérieures.

[1] S. Rahoui, V. Turq, J.-P. Bonino (2013) « *Effect of thermal treatment on mechanical and tribological properties of hybrid coatings deposited by sol-gel route on stainless steel* », *Surface & Coatings Technology*, **235**, pp. 15-23