



**HAL**  
open science

# Étude comparative multiéchelle des mécanismes de frottement et d'usure de carbures cimentés WC-Co

Malik Yahiaoui, Jean-Yves Paris, Jean Denape, Alfazazi Dourfaye

## ► To cite this version:

Malik Yahiaoui, Jean-Yves Paris, Jean Denape, Alfazazi Dourfaye. Étude comparative multiéchelle des mécanismes de frottement et d'usure de carbures cimentés WC-Co. 27ème Journées Internationales Francophones de Tribologie, May 2015, Nantes, France. pp.0. hal-01308903

**HAL Id: hal-01308903**

**<https://hal.science/hal-01308903>**

Submitted on 28 Apr 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Open Archive Toulouse Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/>  
Eprints ID: 15597

**To cite this version:**

Yahiaoui, Malik and Paris, Jean-Yves and Denape, Jean and Dourfaye, Alfazazi *Étude comparative multiéchelle des mécanismes de frottement et d'usure de carbures cimentés WC-Co.* (2015) In: Journées Internationales Francophones de Tribologie, 27 May 2015 - 29 May 2015 (Nantes, France). (Unpublished)

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

# Étude comparative multiéchelle des mécanismes de frottement et d'usure de carbures cimentés WC-Co

Malik YAHIAOUI<sup>1\*</sup>, Jean-Yves PARIS<sup>1</sup>, Jean DENAPE<sup>1</sup>, Alfazazi DOURFAYE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Toulouse – Laboratoire Génie de Production – Tarbes – France

<sup>2</sup>Varel Europe – Pau – France

\*Auteur correspondant : malik.yahiaoui@enit.fr – +33 5624 42700

**Mots-clés :** Insert WC-Co – Rockwell C - Mécanismes d'usure –Émission acoustique.

## Résumé

Les carbures cimentés WC-Co sont très largement utilisés dans les industries de la coupe des métaux et de l'excavation des roches. De manière générale, le compromis dureté/ténacité remarquable de ces matériaux permet d'obtenir des outils à la fois résistants à l'usure et aux impacts. Chermant et Osterstock [1] ont été les premiers à expliciter des mécanismes entraînant l'usure des WC-Co. Ils ont ainsi expliqué que l'usure des WC-Co se produit principalement suite à des fissurations dans la phase liante Co. Cependant, ils ajoutent que lorsque la proportion de cobalt est relativement faible, la contiguïté des agrégats de grains WC est à l'origine d'autres modes de dégradation telle que des fractures de grains WC. Dans le domaine du forage des roches, Beste et coll. [2] proposent un résumé des recherches sur les mécanismes d'usure des inserts WC-Co. Ils décrivent une succession de mécanismes incluant la déplétion de phase liante par les particules abrasives des roches, la fracturation de grains et finalement l'arrachement des grains WC.

Lors de précédentes études [3], une description du comportement tribologique d'insert WC-Co d'outils de forage en contact avec une alumine a été réalisée à l'aide d'une démarche de type troisième corps. Ces études ont été réalisées à l'aide d'un tribomètre rotatif avec l'acquisition complémentaire des signaux d'émission acoustique. Parmi les résultats obtenus, le coefficient de frottement décroît avec la proportion de cobalt des inserts. La phase liante introduite à l'interface est à l'origine de la formation et de la cohésion d'une pâte formée de particules d'alumine, de WC et de cobalt. En plus du comportement en frottement, l'observation des faciès d'usure concourt à désigner un mécanisme de lubrification solide réalisé par cette pâte. Ainsi, la cinétique d'usure des inserts dépend aussi des caractéristiques rhéologiques et de la quantité de particules d'alumine abrasives de ce troisième corps. Concernant l'émission acoustique du contact, l'énergie cumulée des signaux augmente avec la granulométrie des inserts, ce qui serait alors liée à la plus grande proportion de fissures transgranulaires dans les microstructures à gros grains.

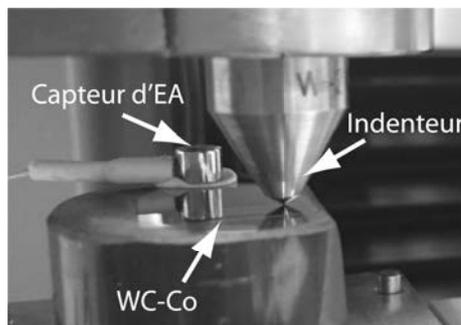


Figure 1 : Vue du contact indenteur Rockwell C/WC-Co.

Sur la base de ces résultats, une étude comparative est ici proposée avec les mêmes carbures mais sur un dispositif de plus petite échelle. Un dispositif de rayage a ainsi été adapté afin de faire frotter une pointe diamant à bout sphérique (indenteur

Rockwell C de rayon 200  $\mu\text{m}$ ) sur des échantillons polis de WC-Co (Fig. 1). Les carbures cémentés sont référencés P8, P12 et P16 suivant leur proportion de cobalt de 8, 12 et 16 % en masse. Des vitesses de 10 à 100 mm/min et des charges de 5 à 30 N ont été sélectionnées pour une distance de glissement de 10 mm. Afin d'isoler les signatures mécaniques et acoustiques de mécanismes élémentaires du contact, une seule passe est réalisée lors du glissement. Les résultats montrent que :

- la présence significative de phase liante à l'interface agit directement sur le coefficient de frottement par son action de lubrification solide (Fig. 2). L'insert P12, à plus grosse granulométrie que les inserts P8 et P16, produit moins de phase cobalt à l'interface et conduit ainsi à un coefficient de frottement supérieur à ceux des deux autres inserts ;
- le volume d'usure des inserts dépend ici de leur dureté et de l'effort normal appliqué. Cela peut être expliqué par l'absence de débit de particules abrasives apportées dans le contact contrairement aux essais insert/alumine des précédentes études ;
- l'augmentation du nombre de fissurations transgranulaires avec la taille des grains de WC est retrouvée ici (Fig. 3). Le nombre de fissures transgranulaires augmente aussi avec la charge appliquée par l'indenteur ;
- l'ensemble des inserts produit des événements acoustiques d'énergie. L'insert P12 produit le plus grand nombre d'évènements suivi du P16 puis du P8. Les signaux d'émissions acoustiques sont encore une fois à rapprocher des fissurations transgranulaires représentant des sources acoustiques très énergétiques du contact.

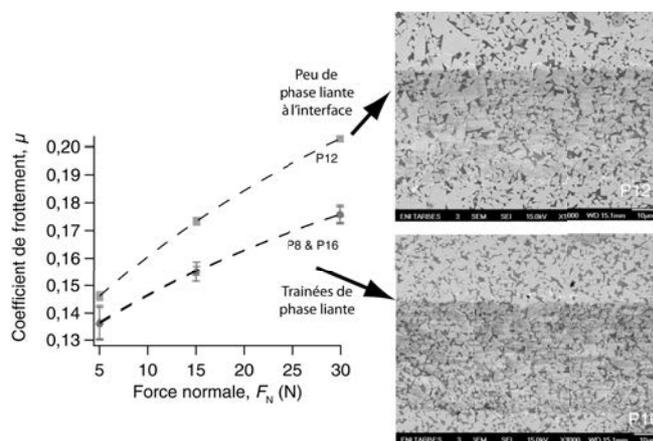


Figure 2 : Relation en le coefficient de frottement et la présence de phase Co au contact.

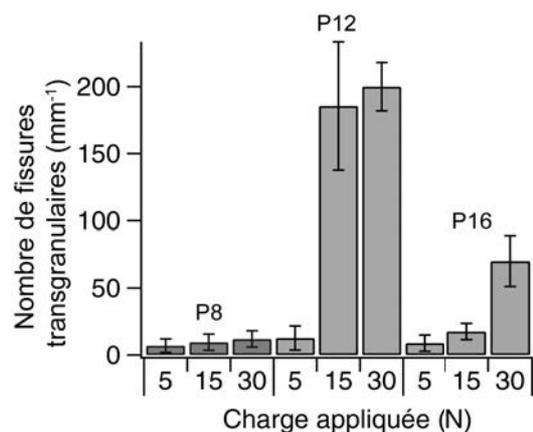


Figure 3 : Nombre de fissures transgranulaires par millimètre sur la trace d'usure (comptage suite à des observations au MEB).

Finalement, cette étude comparative permet de confirmer les mécanismes d'usure précédemment observés. Elle met une nouvelle fois en avant l'importance de la présence de troisième corps bien constitué (à travers sa composition et son comportement rhéologique) ou au contraire de l'absence de troisième corps (influence plus marquée des propriétés matériaux).

## Références

- [1] J.L. Chermant, F. Osterstock, Fracture toughness and fracture of WC-Co composites, *J. Mater. Sci.* 11 (1976) 1939-1951.
- [2] U. Beste, T. Hartzell, H. Engqvist, N. Axén, Surface damage on cemented carbide rock-drill buttons, *Wear* 249 (2001) 324-329
- [3] M. Yahiaoui, J.-Y. Paris, J. Denape, A. Dourfaye, Wear mechanisms of WC-Co drill bit inserts against alumina counterface under dry friction: Part 1—WC-Co inserts with homogenous binder phase content, *Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials* 48 (2015) 245-256.