

# ETUDE DE LA MICROSTRUCTURE D'UNE FONTE A GRAPHITE VERMICULAIRE SUR DES ESSAIS DE TRIBOLOGIE

A. Duchosal<sup>1</sup>, D. Joly<sup>2</sup>, R. Leroy<sup>1</sup> et R. Serra<sup>3</sup>

1. LaMé, Univ. Tours, Univ. Orléans, INSA CVL, 37200 Tours, France

2. Sandvik Tooling France, 37230 Fondettes, France

3. LaMé, INSA CVL, Univ. Tours, Univ. Orléans, 37230 Tours, France

## MOTS CLES

Fonte à graphite vermiculaire, CVP, PVD, essais pion-disques

## INTRODUCTION

La Fonte à Graphite Vermiculaire (FGV) est un matériau au centre des intérêts ces dernières décennies. Elle offre des propriétés thermomécaniques supérieures aux fontes à graphites lamellaires ou sphéroïdales, qui sont essentielles dans les applications industrielles, notamment de l'automobile [1.2].

Malheureusement, ses propriétés mécaniques particulières définies la FGV comme étant un matériau difficile à usiner, réduisant ainsi les conditions de coupe de 50% [1] à 90% [1-3]. Du fait d'éléments d'additions compris dans sa composition chimique la FGV alimente la formation de précipité de carbure de titane et d'inclusion de nitrure de carbone [4].

L'objectif de cette étude est d'identifier les mécanismes néfastes lors de l'usinage de la FGV et de mettre en évidence le mécanisme d'usure susceptible de dégrader le revêtement de l'outil carbure. De ce fait, des essais tribologiques de type pion-disque sont menés avec différents revêtement du pion (PVD et CVD) sur un disque en FGV. Les conditions tribologiques reflètent les conditions d'usinage avec une vitesse linéaire du pion par rapport au disque de 150m/min.

Le coefficient de friction et la résistance à l'abrasion et au collage sont autant de paramètres qui seront évalué pour déterminer le comportement du revêtement et les mécanismes d'usures au contact.

## DETAILS EXPERIMENTAUX

Deux types de revêtements du pion sont testés pour les essais tribologiques (CVD et PVD) comme le montre la figure 1a. Plusieurs essais et donc plusieurs rayons sont réalisés sur le disque en FGV. Les sillons sont analysés au points a, b et c (Fig.1b), de façon à étudier le type d'usure du pion sur le disque.

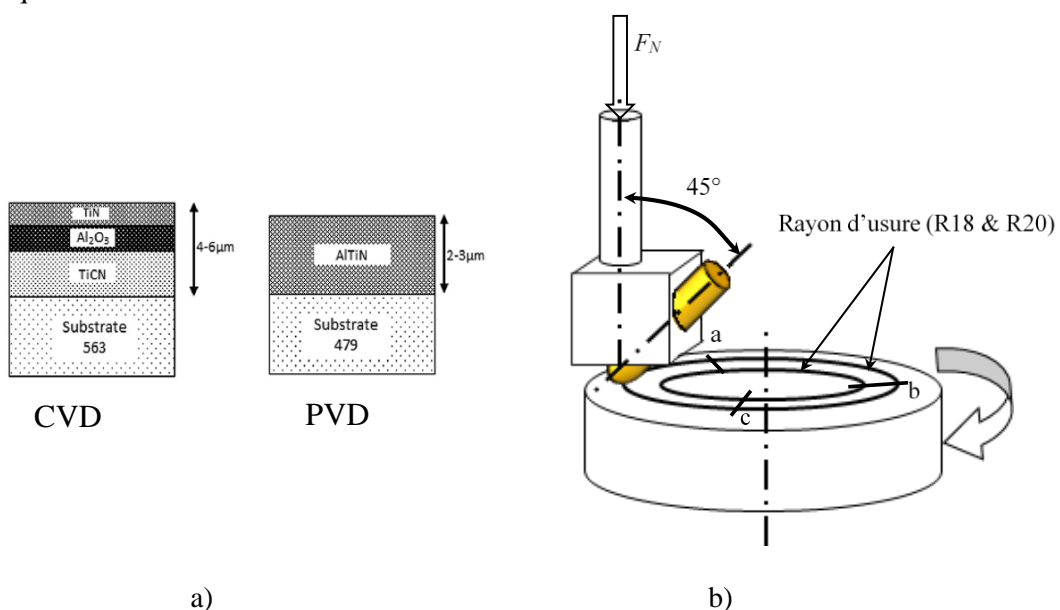


Figure 1 : Illustrations a) des différents revêtements et b) de l'essai tribologique pion-disque.

## RESULTATS

La Figure 2 représente le profil des sillons observé sous profilomètre 3D en a, b et c précédemment cités, pour les pions revêtu en CVD et PDV sur différents rayons (R18 et R20).

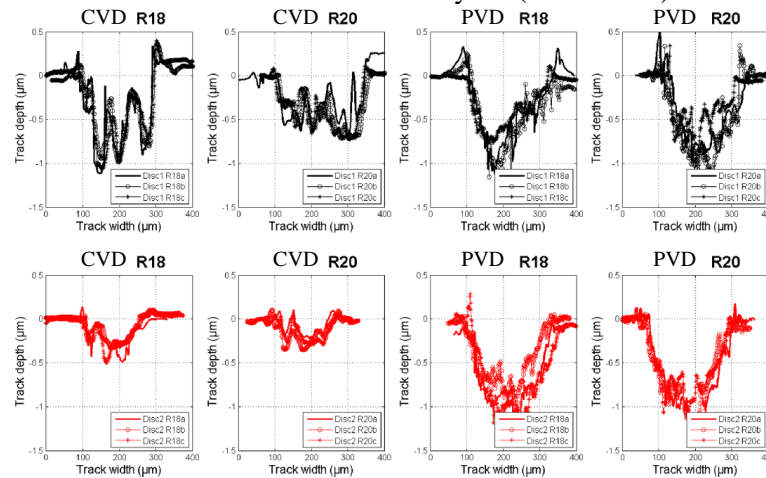


Figure 2 : Profils des sillons après 3000m pour les pions en PVD et CVD sur les disques 1 en noire et disques 2 en rouge

Une usure reproductible est constatée pour les pions revêtus en PVD sur les disques 1 (en noir) et les disques 2 (en rouge) avec une profondeur d'environ  $1\mu\text{m}$  et une largeur de  $250\mu\text{m}$ .

Par contre, les essais d'usures concernant le pion revêtu en CVD sont complètement différents entre les deux disques. L'enlèvement de matière et donc le phénomène d'abrasion est beaucoup plus importante pour le disque 1 (en noir) que le disque 2 (en rouge).

Alors que le revêtement en CVD semble améliorer le glissement sur le disque 2 (contrairement à certaines études [5]), le pion du disque 2 se rapproche du même comportement que le pion revêtu en PVD.

Une analyse MEB du pion et de la microstructure doit être menée afin de savoir si ce phénomène est le siège d'un mécanisme d'usure particulier ou d'un phénomène purement microstructural

## CONCLUSION

Dans le but d'étudier les mécanismes d'usures qui apparaissent sur une fonte à graphite vermiculaire, et d'en étudier son usinabilité, des essais tribologiques pion-disques ont été menés. Une première analyse montre une reproduction du comportement d'usure lors de l'utilisation d'un pion revêtu en PVD. Malheureusement, les résultats concernant l'utilisation d'un pion revêtu en CVD sont complètement différents entre les deux disques analysés.

Afin de conclure sur le type de mécanisme d'usure et de comprendre les phénomènes. Une analyse MEB du pion et de la microstructure sont à envisager.

## Références

- [1] V. Nayyar, J. Kaminski, A. Kinnander, L. Nyborg (2012) "An Experimental Investigation of Machinability of Graphite Cast Iron Grades; Flake, Compacted and Spheroidal Graphite Iron in Continuous Machining Operations," Proc. CIRP, 1, pp. 488–493.
- [2] E. Abele, A. Sahn, H. Schultz (2002) "Wear Mechanism When Machining Compacted Graphite Iron," CIRP Ann., 51(1), pp. 53–56.
- [3] Y. Guo, T. Stalbaum, J. Mann, H. Yeung, S. Chandrasekar (2013) "Modulation-Assisted High Speed Machining of Compacted Graphite Iron (CGI)," J. Manuf. Processes, 15(4), pp. 426–431.
- [4] F. Mocellin, E. Melleras, W.L. Guesser, L. Boehs (2004) "Study of the Machinability of Compacted Graphite Iron for Drilling Process," J. Braz. Soc. Mech. Sci. Eng., 26(1), pp. 22–27.

[5]Thakur, A., and Gangopadhyay, S., 2016, "Influence of Tribological Properties on the Performance of Uncoated, CVD and PVD Coated Tools in Machining of Incoloy 825," *Tribol. Int.*, 102, pp. 198–12.