

EFFET DE LA MICROSTRUCTURE D'UN ACIER FERRITO-PERLITIQUE SUR SON COMPORTEMENT TRIBOLOGIQUE SOUS CONDITIONS EXTREMES

I. Arrieta^{1,2}, C. Courbon¹, F. Cabanettes¹, P-J. Arrazola² et J. Rech¹

1. Univ Lyon, ENISE, ECL, ENTPE, CNRS, LTDS UMR 5513, F-42023, SAINT-ETIENNE, France

2. Faculty of Engineering, Mondragon University, Arrasate-Mondragón, Spain

MOTS CLES

Frottement, usure, conditions extrêmes, microstructure

INTRODUCTION

Les aciers ferrito-perlitiques peuvent être vus comme des matériaux multi-phasés, constitués d'îlots d'une phase dure (perlite) englobés dans une matrice ferritique. D'une manière générale, augmenter la fraction volumique de perlite tend à augmenter la résistance du matériau tandis que celle ferritique tend à améliorer la ductilité [1]. Maîtriser cette combinaison peut notamment permettre d'atteindre des résistances mécaniques et des taux d'érouissage plus élevés que pour d'autres aciers présentant des limites élastiques similaires. Ceci se présente comme une voix intéressante pour développer des nuances avec de meilleures propriétés mécaniques mais aussi de meilleures aptitudes à la mise en forme. En revanche, ces combinaisons peuvent fortement affecter leurs propriétés tribologiques qui ne peuvent être négligées dans certaines applications. De nombreuses études se sont intéressées à ces microstructures principalement dans le contexte du contact roue-rail [2-4] mais peu ont mis en évidence la contribution des paramètres propres à la microstructure (ratio ferrite-perlite, taille de grains...) sur le frottement ou leurs tendances à l'adhésion et à l'usure.

L'objectif est donc ici de mener une étude fondamentale visant à mettre en évidence l'influence des propriétés de ces structures sur leur comportement tribologique sous de fortes sollicitations de contact (pression de contact > 1 GPa et vitesse de glissement jusqu'à 5 m/s).

METHODOLOGIE

Afin d'identifier l'influence des paramètres microstructuraux de la ferrite-perlite, quatre compositions (16MnCr5, 27MnCr5, C45 et C60) ont été déclinées chacune sous 3 variantes (normalisé, gros grain perlitique et perlite globulaire). Cet échantillon permet d'obtenir un large panel de paramètres, notamment d'espace inter-lamellaire et de ratio ferrite-perlite.

Les essais ont été menés sur un tribomètre ouvert fortes sollicitations (Fig. 1). Un pion en carbure de tungstène revêtu, à tête sphérique (R8.5mm), considéré comme parfaitement rigide, est mis en pression sur une barre du matériau étudié par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique. L'effort normal est contrôlé afin d'appliquer une pression de contact supérieure à 1 GPa et maintenu constant pendant tout l'essai. L'instrumentation du tribomètre permet d'extraire (i) les efforts normaux et tangentiels appliqués sur le pion de frottement, grâce à une table dynamométrique ; (ii) le flux de chaleur transmis au pion au moyen d'une méthode inverse basée sur une mesure de température déportée. Une plage de vitesse de 0,17 à 5 m/s a été parcourue afin d'observer le comportement des structures dans différentes conditions de contact.

Des analyses MEB, EDX et de traitement d'images ont été conduites afin de mettre en évidence la tendance à l'adhésion et les mécanismes d'usure existants.

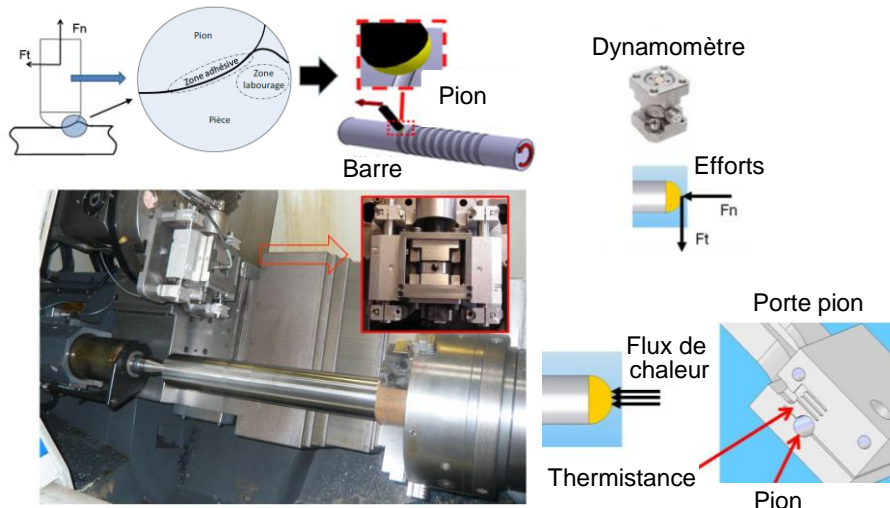


Figure 1: Dispositif expérimental mis en œuvre.

RESULTATS

Ces essais ont montré que le comportement de ces microstructures était fortement dépendant de la vitesse de glissement sous de telles pressions de contact.

A basse vitesse, de grandes variations ont été observées suivant les variantes considérées. Passer d'une structure normalisée à une perlite globulaire induit une élévation du coefficient de frottement tandis qu'un grossissement du grain perlitique tend à le réduire. Une dépendance de second ordre au ratio ferrite-perlite a pu être mise en avant.

A haute vitesse de glissement, tandis que le comportement en frottement est apparu très similaire, des différences significatives ont été soulignées quant à la tendance à l'adhésion et aux mécanismes d'usure mis en jeu. De nouveau, le ratio ferrite-perlite s'est avéré être le paramètre le plus influant à l'inverse de grandeur plus macroscopique comme la macro-dureté.

Références

- [1] S. Allain, O. Bouaziz (2008) « *Microstructure based modelling for the mechanical behavior of ferrite-pearlite steels suitable to capture isotropic and kinematic hardening* ». Materials Science and Engineering: A, **496** pp. 329-336.
- [2] A. Ramalho, M. Esteves, P. Marta (2013) « *Friction and wear behaviour of rolling-sliding steel contacts* ». Wear, **302**, pp. 1468-1480.
- [3] W. R. Tyfour, J. H. Beynon, and A. Kapoor (1995). « *The steady state wear behaviour of pearlitic railsteel under dry rolling-sliding contact conditions* ». Wear, **180**, pp. 79-89.
- [4] C. Dayot, A. Saulot, C. Godeau, Y. Berthier (2012) « *Tribological behaviour of Pearlitic and Bainitic steel grades under various sliding conditions* ». Tribology International, **46**(1), pp. 128-136.