

Etude du piégeage de contaminants solides dans des contacts EHD

V. STRUBEL^a, N. FILLOT^a, F. VILLE^a, P. VERGNE^a,
A. MONDELIN^b, Y. MAHEO^b

a. Université de Lyon, INSA-Lyon, CNRS, LaMCoS, UMR5259,
F-69621, Villeurbanne, France

b. SKF Aerospace,
F-26300, Châteauneuf-sur-Isère, France

Résumé

Cette étude porte sur l'analyse des phénomènes de piégeage de particules survenant dans des roulements à billes soumis à une lubrification polluée. Des outils à la fois numériques et expérimentaux ont permis de mieux appréhender un problème récurrent aux conséquences désastreuses. Des simulations numériques aussi bien que des tests sur machine bi-disques ont permis de mettre en évidence des paramètres clés influant directement sur le taux de piégeage de contaminants. Des tests avec différents matériaux ainsi que différentes géométries ont permis de quantifier l'impact des paramètres d'un contact élastohydrodynamique sur le piégeage de particules.

Mots clés : piégeage de contaminants, roulements hybrides, contacts EHD, modélisation numérique, machine bi-disques

1 Introduction

Lubrifier un système mécanique, c'est assurer son bon fonctionnement et garantir une durée de vie du mécanisme acceptable. Tout contact lubrifié s'établit alors au travers d'une interface solide ou liquide qui préserve les surfaces du mécanisme. Un lubrifiant exempt de tout contaminant est cependant impossible à garantir et tout approvisionnement en lubrifiant équivaut nécessairement à l'introduction de contaminants solides dans les zones de contacts. Comme souligné par des études précédentes [1], ces contaminants bien que micrométriques pénètrent alors dans les zones sub-micrométriques des contacts élastohydrodynamiques (EHD) avec pour conséquence des endommagements conséquents des surfaces. De nombreuses études ont été réalisées ces dernières décennies [2–4] pour analyser et quantifier l'impact des différents paramètres des conditions opératoires (charge, glissement, taille ...) sur le piégeage de particules solides au sein d'un contact ponctuel. Le but de cette étude est de se focaliser sur l'influence des paramètres propres au contact sur le piégeage de particules, telles que la

nature des matériaux en contact (contacts hybrides) ou la géométrie des contacts générés (contacts circulaires ou elliptiques).

Des simulations numériques ainsi que des essais sur machine bi-disques ont été réalisés, pour d'une part simuler les trajectoires de contaminants en amont d'un contact lubrifié et d'autre part étudier le piégeage effectif de contaminants solides dans un modèle de contact en lubrification polluée.

2 Simulations numériques

L'étude numérique a porté sur la modélisation de l'écoulement bi-phasique du lubrifiant contaminé. Ainsi, le comportement du lubrifiant confiné a d'abord été considéré avant de prendre en compte la dynamique propre aux contaminants. Les particules sont ainsi suivies depuis leur entrée dans le domaine fluide en amont de l'aire de contact EHD jusqu'au contournement ou leur piégeage au sein de la zone du contact, comme représenté dans la Figure 1 :

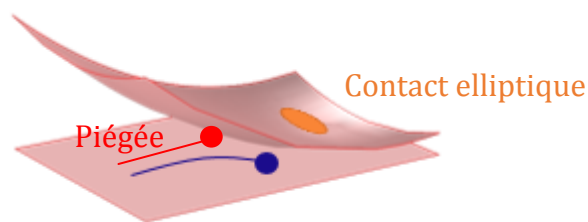


Figure 1 : Simulations numériques en amont du contact

3 Banc d'essais bi-disques

Les tests, réalisés sur une machine bi-disques [5], ont permis de réaliser des validations expérimentales en condition de lubrification polluée. En effet, cette machine comprend deux disques, l'un cylindrique et l'autre bombé, et permet de simuler les conditions d'un contact EHD à charge constante. Des éprouvettes de nature différente (acier, nitrure de silicium), ou aux géométries diverses présentant des rayons de courbure adaptés permettant de modéliser à la fois des contacts EHD circulaires et elliptiques, ont été utilisées.

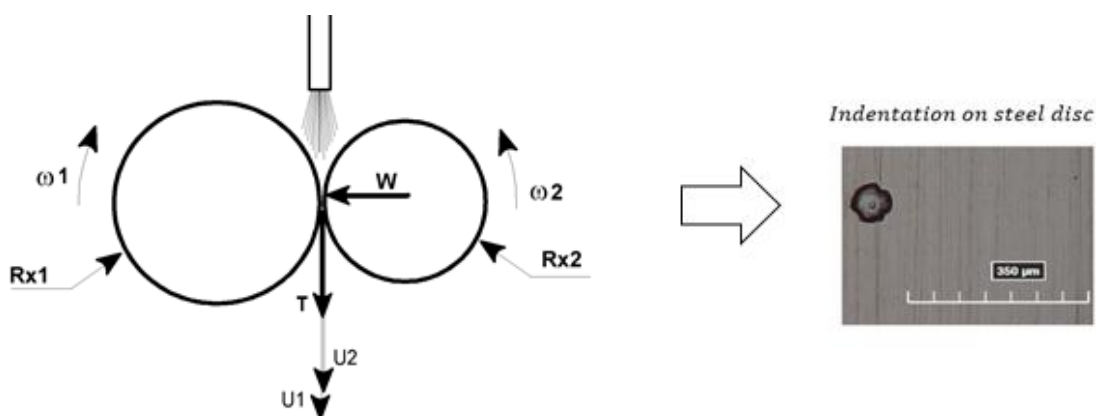


Figure 2 : Machine bi-disques (gauche) et indentation (droite)

Une fois les essais réalisés, l'observation des surfaces des disques en contact (Figure 2) permet de quantifier et qualifier le piégeage des particules. La quantification de ces phénomènes passe par un comptage du nombre total des marques d'indentation laissées sur les disques en contact. Pour qualifier le type d'indentation, des relevés sont réalisés avec un rugosimètre optique afin de déterminer la nature et les dimensions caractéristiques de ces marques d'indentation.

Références

- [1] G. T. Y. Wan, and H. A. Spikes, The behavior of suspended solid particles in rolling and sliding elastohydrodynamic contacts, *STLE Transactions* 31(1) (1988) 12–21.
- [2] R. S. Dwyer-Joyce, and J. Heymer, The entrainment of solid particles into rolling elastohydrodynamic contacts, *Proceedings of the 22nd Leeds-Lyon Symposium on Tribology*, Elsevier Tribology and Interface Engineering Series, 31, 1996, pp. 135–140.
- [3] F. Ville, and D. Nelias, An Experimental Study on the Concentration and Shape of Dents Caused by Spherical Metallic Particles in EHL Contacts, *Tribology Transactions* 42(1) (1999) 231–240.
- [4] G. K. Nikas, Mathematical analysis of the entrapment of solid spherical particles in non-conformal contacts, *Journal of Tribology*, 123(1) (2001) 83–93.
- [5] F. Ville, D. Nélias, G. Tournalias, L. Flamand, and P. Sainsot, On the two-disc machine: A polyvalent and powerful tool to study fundamental and industrial problems related to elastohydrodynamic lubrication, *Tribology Series*, 39 (2001) 393-402.