



**HAL**  
open science

## Utilisation d'un dispositif micro-PIV pour la visualisation d'un micro-écoulement confiné et de son voisinage non confiné

Vincent Strubel, Serge Simoens, Nicolas Fillot, Fabrice Ville, Philippe Vergne, Nicolas Devaux, Mahmoud El Hajem

### ► To cite this version:

Vincent Strubel, Serge Simoens, Nicolas Fillot, Fabrice Ville, Philippe Vergne, et al.. Utilisation d'un dispositif micro-PIV pour la visualisation d'un micro-écoulement confiné et de son voisinage non confiné. 16ème Congrès Français du club FLUVISU, Société Française d'Optique, Nov 2015, Lannion / Pleumeur-Bodou, France. hal-01233167

**HAL Id: hal-01233167**

**<https://hal.science/hal-01233167>**

Submitted on 24 Nov 2015

**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.

## Utilisation d'un dispositif $\mu$ -PIV pour la visualisation d'un micro-écoulement confiné et de son voisinage non confiné

*Vincent Strubel*<sup>(1)</sup>, *Serge Simoëns*<sup>(2)</sup>, *Nicolas Fillot*<sup>(1)</sup>, *Fabrice Ville*<sup>(1)</sup>, *Philippe Vergne*<sup>(1)</sup>, *Nicolas Devaux*<sup>(1)</sup>, *Mahmoud El Hajem*<sup>(2)</sup>

*(1) Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon LaMCoS UMR 5259, F-69621 Villeurbanne, France*

*(2) Université de Lyon, LMFA, UMR CNRS 5509, INSA Lyon, ECLyon, UCB Lyon F-69621 Villeurbanne, France*

### Résumé

Cette étude porte sur l'analyse des écoulements survenant au sein de contacts élastohydrodynamiques. Ces contacts lubrifiés sont présents dans de nombreux systèmes mécaniques tels que les roulements à billes et comprendre leur fonctionnement permet de garantir leur durée de vie. L'adaptation d'un système de visualisation PIV à un tribomètre classique permet de focaliser l'étude sur les écoulements de lubrifiant en amont de ce type de contact. Dans le cadre de cette étude, une influence des conditions opératoires et de la géométrie des éprouvettes en contact a été mise en évidence.

### 1. Introduction

La lubrification de tout système mécanique permet d'assurer son bon fonctionnement et de garantir une durée de vie acceptable du mécanisme. On appelle contact lubrifié la zone d'un mécanisme où 2 surfaces sont séparées par un mince film de lubrifiant, d'épaisseur comprise entre un micromètre et une dizaine de nanomètres. Cette interface fluide permet alors de séparer les surfaces en contact et de réduire le frottement entre les 2 solides en mouvement relatif tout en permettant d'évacuer la chaleur générée au sein du contact. On parle de contact élastohydrodynamique (EHD) lorsque les déformations des corps en contact, générées par effet hydrodynamique, deviennent supérieures à l'épaisseur du film de lubrifiant. Le voisinage autour de ce contact est lui partiellement confiné dès lors que le fluide entraîné n'est plus en contact avec le disque. L'épaisseur de lubrifiant au sein de ce voisinage est ainsi de l'ordre de plusieurs dizaines de micromètres.

Le but de cette étude est d'adapter un système de visualisation  $\mu$ -PIV (Particle Image Velocimetry) à un tribomètre bille-plan pour visualiser l'écoulement du lubrifiant au voisinage et au sein d'un contact EHD. Ainsi on cherchera à quantifier les champs de vitesse décrivant cet écoulement.

### 2. Dispositif bille-plan et module $\mu$ -PIV

Le dispositif bille-plan « JEROTRIB » [1] (Figure 1), réalisé pour effectuer des mesures d'interférométrie optique [2], permet de simuler un contact EHD au moyen de deux éprouvettes. La première éprouvette, un disque, fait de verre ou de saphir, est une fenêtre d'accès et de visualisation du contact et la deuxième éprouvette, de type sphérique ou rouleau, permet de modéliser aussi bien des contacts ponctuels circulaires (type sphère-plan) que des contacts elliptiques (type rouleau-plan).

Ce banc d'essais offre la possibilité de changer les conditions opératoires (charge, vitesse, glissement) pour étudier un large panel de conditions de contact en condition de lubrification suralimentée. Dans ce travail, le lubrifiant a étéensemencé avec des particules de rhodamine [3].

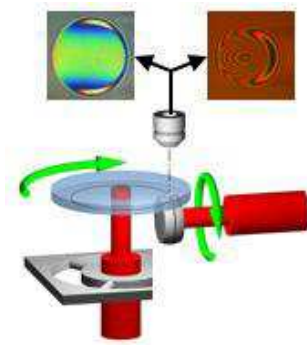


Figure 1 : Tribomètre JEROTRIB

Ce système couplé à un microscope permet donc une visualisation de la zone située autour d'un contact EHD. L'adaptation d'un dispositif de  $\mu$ -PIV consiste à coupler un système classique de mesure PIV (ensemble de deux lasers Nd-YAG et un système d'acquisition avec caméra CCD). Ainsi on peut capter le mouvement des particules fluorescentes contenues dans le fluide (huile) et son écoulement généré en amont et au sein du contact (Figure 2).

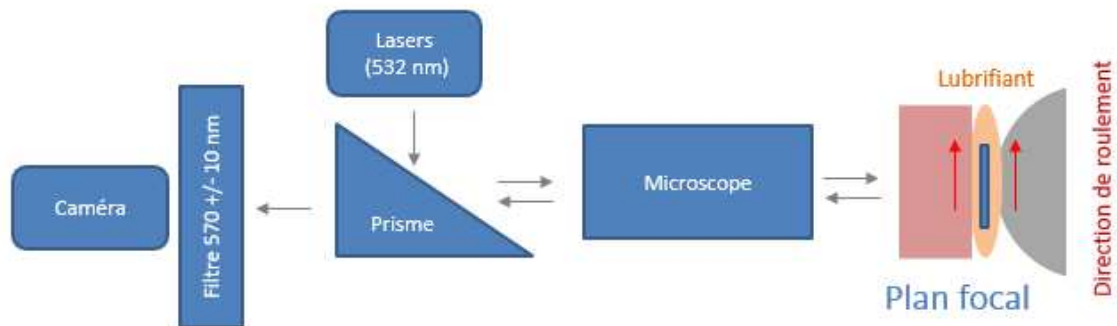


Figure 2 : Système JEROTRIB + dispositif  $\mu$ -PIV

### 3. Cas d'étude : écoulements au sein de contacts circulaires et elliptiques

Des études tribologiques précédentes [4] ont montré que les conditions de lubrification au sein de contacts aux géométries différentes, circulaires ou elliptiques, se distinguent par des épaisseurs de lubrifiant et des champs de pression générés bien différents. Ainsi la visualisation de l'écoulement par détermination du champ de vitesse du lubrifiant (Figure 3) apporte de nouvelles informations sur les spécificités de ces différents types de contact.

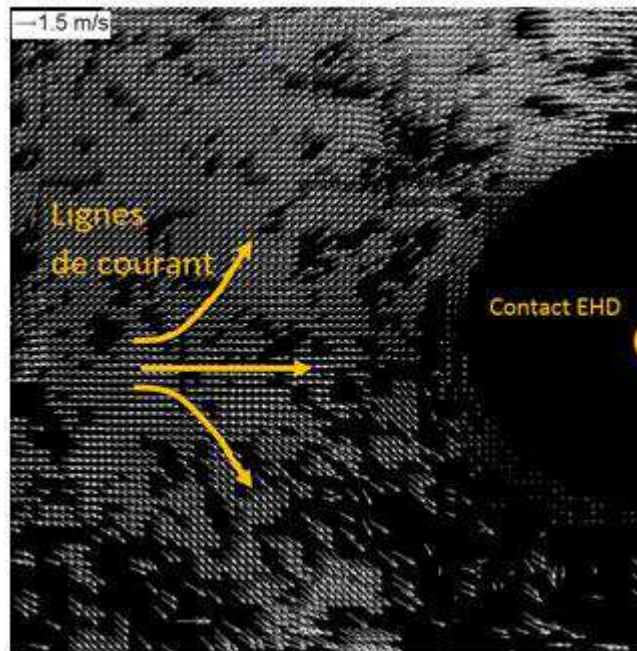


Figure 3 : Champ de vitesses en amont d'un contact lubrifié

#### 4. Bibliographie

1. J. Molimard, M. Querry, and P. Vergne, « New tools for the experimental study of EDH and limit lubrications » Tribology Series, n°36, pp. 717–726, 1999.
2. R. Gohar, and A. Cameron, « Optical measurement of oil film thickness under elasto-hydrodynamic lubrication » Nature, n°200, pp. 458–459, 1963.
3. S. Nogueira, R.G. Sousa, A.M.F.R. Pinto, M.L. Riethmuller and J.B.L.M Campos, « Simultaneous PIV and pulsed shadow technique in slug flow: a solution for optical problems », Experiments in Fluids 35, pp 598-609, 2003.
4. D. E. Brewe, B. J. Hamrock and C. M. Taylor, « Effect of geometry on hydrodynamic film thickness », Journal of Tribology, **101**(2), pp. 231–237, 1979.