

## Titre : Influence de la microstructure sur le frottement et les mécanismes d'usure aux échelles microscopique et nanométrique

Date de début de la thèse : 01/10/2018

École Doctorale de rattachement : ED 71 « Sciences pour l'Ingénieur » - UTC

Laboratoire d'accueil : Roberval

Établissement : Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne

Directeur de thèse : Abdeljalil JOURANI et Pierre-Emmanuel MAZERAN

### Sujet de thèse :

Les phénomènes de frottement et d'usure sont des phénomènes complexes où de nombreux aspects tels que la rugosité, la dureté et la microstructure rentrent en jeu. Les paramètres régissant ces phénomènes restent insuffisamment comprises pour générer des surfaces optimales en termes de frottement et d'usure. Nous avons menées très récemment des études sur l'évolution du coefficient de frottement, du taux et des mécanismes d'usure en fonctions de multiples paramètres (rugosité, microstructure, dureté, force normale) à l'échelle microscopique (aires de contact de quelques  $\mu\text{m}^2$ ) [1-3]. Ces études ont permis de corréliser l'évolution du coefficient de frottement avec les mécanismes d'usure et identifier le couple rugosité / microstructure permettant de minimiser le coefficient de frottement et d'améliorer la résistance à l'usure.

Afin de mieux comprendre ces phénomènes complexes à la fois multi-échelle et multi-physique, nous nous proposons d'étendre ces travaux à des échelles plus fines (échelles micrométrique et nanométrique) en utilisant un nano-indenteur en mode rayure et un Microscopie à Force Atomique (AFM) en mode usure [4,5]. Ceci afin d'assurer un continuum d'échelle de travail méso (échelle supérieure à la microstructure) à nano (échelle inférieure à la microstructure) et mieux comprendre l'influence de la microstructure sur le frottement et les mécanismes d'usure.

Un suivi des morphologies des surfaces sera effectué par microscopie confocale, interférométrique, électronique et à force atomique à différentes phases et conditions d'usure. Les échantillons seront choisis de manière à intégrer l'influence de la rugosité de la dureté de la composition chimique, et de l'évolution de la microstructure.

Ces essais expérimentaux devraient permettre de valider des modèles de frottement et d'usure à différentes échelles en comparant les approches expérimentales multi-échelle et multi-sollicitation.

Mots-clés : Tribologie ; Nano-tribologie ; usure ; microstructure ; rugosité

### Références

[1] C. Trevisiol, A. Jourani and S. Bouvier, *Effects of hardness, microstructure, normal load and abrasive size on friction and wear of 35NCD16 steel*, **Wear** 388–389 (2017) 101-111.

[2] C. Trevisiol, A. Jourani and S. Bouvier, *Effect of martensite volume fraction and abrasive particles size on friction and wear behaviour of a low alloy steel*, **Tribology International** 113, (2017) 411-425.

[3] C. Trevisiol, A. Jourani, S. Bouvier, *Experimental study and modelling of the effect of microstructure on friction and wear mechanisms of low alloy steel*, **Materials Research**

**Express 4** (2017) N° 125802.

[4] O. Noël, A. Vencel, P.-E. Mazeran, P.-E., *Exploring wear at the nano-scale with the circular mode Atomic Force Microscopy*, **Belstein J. of Nanotechnology** 8 (2017) 2662-2668.

[5] A. Vencel, P.-E. Mazeran, S. Bellafkih, O. Noël, *Wear laws at the nanoscale*, Soumis à **ACS Nano** (2018)

### **Moyens d'essais**

Tribomètres, Microscopie à Force Atomique, Nano Indenteur ; Micro-scratch ; Microscopie confocale, Microscopie interférométrique ; microscope tactile ; MEB ; EDX.

**Profil et compétences souhaités du candidat :** Le (La) candidat(e) devra avoir de solides connaissances générales en science des matériaux et plus particulièrement sur les métaux, en mécanique des milieux continus et un gout prononcé pour l'approche expérimentale. Il (elle) doit disposer d'un diplôme de Master de Recherche en Mécanique et Matériaux (ou tout diplôme équivalent). Une expérience dans un des domaines suivants est appréciée : Matériaux, Tribologie, Essais au laboratoire, Programmation informatique. Une bonne maîtrise de l'anglais est fortement souhaitée.

### **Financement**

Le (La) doctorant(e) bénéficie d'une allocation de recherche. Salaire brut mensuel : 1685 euros pour une activité de recherche 100%, ou Salaire brut mensuel : 2025 euros pour une activité de recherche complétée par une activité d'enseignement 64h équivalent TD/an.

### **Contacts :**

Abdeljalil JOURANI : [abdeljalil.jourani@utc.fr](mailto:abdeljalil.jourani@utc.fr)

Pierre-Emmanuel MAZERAN : [mazeran@utc.fr](mailto:mazeran@utc.fr)