

## Critères mécaniques de formation en sous-surface de couches hyper déformées sous sollicitations tribologiques

### Sujet de stage post doctoral

**Employeur :** Université de Lyon

**Lieu de déroulement du post-doc :** INSA de Lyon –

Laboratoire de mécanique des Contacts et des Solides (LaMCoS)

(Collaboration avec Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne EMSE)

**Durée:** 18 mois

Idéalement un début au 1<sup>er</sup> Octobre 2015

**Salaire:** app. 2350 € / mois

**Contact:** S. Descartes, INSA Lyon, LaMCoS, [sylvie.descartes@insa-lyon.fr](mailto:sylvie.descartes@insa-lyon.fr)

Ch. Desrayaud, EMSE, Laboratoire G. Friedel, [cdesray@emse.fr](mailto:cdesray@emse.fr)

### Contexte

Les phénomènes d'usure sont le résultat de phénomènes mécano-physico-chimiques, notamment en peau des matériaux. Au cours de la vie d'un contact, différents chemins de déformation amènent à la formation de microstructures hyper déformées (ou transformations tribologiques superficielles TTS [1]) sur une épaisseur du nanomètre à la dizaine de micromètres en extrême surface. L'étude de leur(s) origine(s) fait l'objet de plusieurs pistes, dont celle de reproduire les conditions tribologiques (forts pression et cisaillement) existant au sein d'un contact, via une configuration de type « High Pressure Torsion » (HPT). Le volume de matière mis en jeu est de l'ordre de celui des TTS. Expérimentalement des essais HPT ont été réalisés sur différents matériaux notamment sur du fer pur et un acier R260 (utilisé dans le ferroviaire). Un premier couplage expérimental-numérique a permis de relier la localisation des microstructures déformées (TTS) aux valeurs locales de déformations et contraintes [2, 3]. Néanmoins des difficultés numériques ont été identifiées et restent à résoudre.

### Objectifs

Afin d'identifier l'historique des contraintes – déformations menant à des microstructures hyper déformées, l'essai HPT avec différents chemins de déformations contrôlés sera modélisé par un modèle éléments finis (EF), axisymétrique avec rotation, sous le logiciel Abaqus, en utilisant une méthode de maillage adaptatif basée sur une formulation « Arbitrary-Lagrangien-Eulerian »

Le modèle d'évolution microstructurale (modèle de recristallisation dynamique continue CDRX) [4], existant au LGF (EMSE), sera enrichi par la prise en compte de la déformation et du gradient de déformation. Un couplage faible entre le modèle CDRX enrichi et le modèle EF d'un essai HPT, sera réalisé par un processus itératif.

[1] S. Descartes, C. Desrayaud, E. Niccolini, Y. Berthier, Wear 258 (2005), 1081-1090

[2] S. Descartes, M. Busquet, Y. Berthier, Wear 271(9-10) (2011) 1833-1841

[3] S. Descartes, C. Desrayaud, E.F. Rauch, Materials Science and Engineering A 528 (2011) 3666–3675

[4] S. Gourdet, F. Montheillet, Acta Materialia, Vol 51 (9) (2003) 2685-2699

Le modèle éléments finis enrichi par le modèle microstructural devrait permettre de retracer avec précision l'historique des contraintes - déformations localement et en lien avec les microstructures générées et leur localisation. Les critères mécaniques de formation des microstructures hyper déformées seront estimés par le couplage des résultats expérimentaux existants et des simulations numériques.

Finalement il s'agira de transposer les approches développées à une application tribologique (par exemple le contact roue-rail).

Le projet est principalement numérique mais intimement lié avec les processus physiques mis en jeu sous sollicitations tribologiques : forte pression (> 1 GPa) et cisaillement important. Ainsi quelques essais expérimentaux pourront être nécessaires, en supplément de ceux déjà réalisés. Ce projet est un travail interactif et collaboratif entre les deux laboratoires, LaMCoS (INSA de Lyon) et Laboratoire G. Friedel (Ecole des Mines).

### **Profil du candidat**

Doctorat en mécanique ou en science des matériaux

Intérêt pour la tribologie

Compétences : Mécanique, Mécanique des matériaux, modélisation éléments finis