

Proposition de sujet de thèse – Enjeu transport

Février 2020

Appel à candidature pour l'obtention d'un contrat doctoral

Titre : Etude *in situ* d'interfaces tribologiques modèles soumises à des chargements thermomécaniques

Dans le cadre des Transports, il a été estimé que 30% de l'énergie consommée servait à vaincre le frottement [1]. L'émergence de véhicules électriques (modifiant les puissances mises en jeu), de nouvelles normes environnementales (régulation sur les émissions particulaires, réduction drastique des (micro-)plastiques, restriction voire la suppression de l'utilisation de certains métaux (Cr, Cu, ...))... autant de sujets pour plus de respect de l'environnement mais qui nécessitent de comprendre en détails l'algorithme de fonctionnement de composants tribologiques impliqués dans les transports et donc de l'interface au contact.

Les contacts entre deux corps, qu'ils soient statiques ou dynamiques, existent dans toutes les liaisons mécaniques. Des micro-glissements ou des glissements se produisent à l'interface, générant des dégradations des surfaces puis la création d'une interface (appelée troisième corps) constituée de particules détachées, accommodant la majeure partie de la différence de vitesse entre les premiers corps. Le comportement dynamique de cette interface tribologique dans le cas des contacts secs est difficilement étudiable *in situ*, un contact étant un système confiné, inaccessible aux mesures directes locales pendant son fonctionnement. La mise au point d'une méthodologie multi-échelle d'analyse quantitative du comportement des interfaces constitue un chaînon manquant dans la démarche de compréhension et de modélisation des processus thermomécaniques mis en jeu dans les contacts afin d'augmenter leurs performances énergétiques, de réduire les nuisances environnementales tout en maintenant leur fiabilité.

La thèse se place dans une démarche multi-physique et multi-échelle de compréhension des cinétiques d'évolution des interfaces tribologiques et d'identification de paramètres clés d'influence sur leur comportement rhéologique. Il est ainsi proposé d'étudier cette interface en dehors d'un contact mais dans des conditions thermomécaniques représentatives d'un contact. La démarche repose sur l'identification des phénomènes physiques prépondérants. Les récents développements, à la fois expérimentaux et en modélisation, permettent désormais d'envisager un couplage fort expérimental – numérique pour l'étude *in situ* du comportement de milieux granulaires modèles soumis à divers chargements thermomécaniques (chemins de déformation, taux de déformation, gradients thermiques...).

D'un point de vue expérimental, différents troisièmes corps granulaires modèles seront formulés de manière contrôlée en prenant en compte plusieurs critères :

- en lien avec des contacts réels, par exemple le contact roue-rail ou pneu-chaussée : la chimie, la forme, la taille, les propriétés mécaniques... des particules,
- et des contraintes liées aux outils de caractérisations rhéologiques et (micro)structurales permettant des mesures *in operando*.

Cette approche expérimentale corrélative est mise en œuvre à l'aide de moyens originaux

de caractérisations tribologique et rhéologique (HPT et tomographie X, ESEM *in operando*, analyses EDX, AFM). Les propriétés rhéologiques, mécaniques et l'organisation microstructurale seront analysées en fonction des chemins de déformation, de la température et des environnements gazeux. Le troisième corps sera modélisé par un modèle multicorps sans maillage développé récemment au LaMCoS, qui permet de prendre en compte la déformabilité, en intégrant des propriétés visco-élasto-plastiques, et l'hétérogénéité des constituants du troisième corps. Le couplage expérimental – numérique permettra d'étudier l'effet de la pression, du cisaillement, des gradients thermiques sur les écoulements de matière en fonction de différents troisièmes corps modèles, donc d'étudier la réponse dynamique du troisième corps, les mécanismes impliqués et leurs effets sur le frottement.

[1] Holmberg et al, Friction 5 (3) 263-284 (2017)

Mots clé : tribologie, méthodes avancées de caractérisation, modélisation éléments discrets, traitement et analyses de données numériques et expérimentales.

Profil recherché : de solides connaissances en mécanique et en sciences des matériaux. Une expérience en tribologie sera appréciée, ainsi que la motivation tant pour l'expérimental que la modélisation, et un goût pour le travail d'équipe.

Lieu : Laboratoire LaMCoS, Equipe TMI (INSA Lyon). Le laboratoire est en zone ZRR. Donc l'autorisation par l'officier sécurité défense est un préalable au recrutement.

Financement : contrat doctoral – candidature nécessaire
En cas de succès, début au 1^{er} Octobre 2020

Pièces nécessaires indispensables pour l'étude du dossier :

- CV du (de la) candidat(e)
- Les notes + classements de M1 et M2
- Références

A envoyer **avant le 3 avril 2020** :

Sylvie.Descartes@insa-lyon.fr et Guilhem.Mollon@insa-lyon.fr