

Chaire de Recherche SKF – INSA Lyon

Projet de recherche SKF/LaMCoS 2025-2028

Développement de modèles pour la rhéologie de lubrifiants réels et le frottement

Contexte :

De nombreux contacts de la vie quotidienne sont lubrifiés pour réduire le frottement et l'usure. Ces contacts sont dimensionnés de manière à minimiser les pertes énergétiques. Pour cela, il est nécessaire de connaître les lois de comportement des lubrifiants en fonction des sollicitations auxquelles ils sont soumis dans un contact (pression, température, taux de cisaillement). Ces sollicitations étant largement distribuées et couplées tout au long du contact, le comportement du lubrifiant est largement multiphysique et multiéchelle, ce qui rend la prédiction difficile.

De plus, dans des contacts concentrés comme ceux que l'on trouve dans un roulement, l'épaisseur de film fluide est classiquement de quelques centaines de nanomètres, et la pression de quelques gigaPascals, ce qui représente des sollicitations particulièrement sévères. Dans ces régimes de fonctionnement, les lois de comportement des lubrifiants classiquement utilisées dans la littérature ne sont plus valides.

Enfin, ces lois de comportement, données dans la littérature pour des fluides et des surfaces modèles, ne prennent pas en compte la complexité du contact en termes de formulation du lubrifiant et de nature des surfaces solides en contact.

Objectif :

Ce projet fait suite à divers travaux expérimentaux (tribométrie, spectroscopie Brillouin) et numériques (Dynamique Moléculaire, Eléments Finis) déjà menés dans l'équipe TMI sur le comportement de lubrifiants dans diverses conditions de contact (lubrifiants variés, forte pression et fort cisaillement, surfaces solides de nature diverse). L'objectif est d'identifier les lois rhéologiques et les paramètres les plus adaptés pour prédire le comportement du lubrifiant et le frottement dans des conditions **réelles**. Il se compose de deux grandes parties, qui pourront être menées en parallèle.

Déroulement :

La première partie consistera à :

- Réaliser une étude bibliographique pour identifier les limites de prédictions du frottement aujourd'hui. On pourra notamment s'intéresser aux régimes de frottement extrêmes. On rassemblera aussi les données de la littérature sur les lubrifiants réels et sur l'influence des surfaces solides.
- Travailler sur les modèles de comportement déjà identifiés dans l'équipe, ou d'autres modèles de la littérature, pour repousser les plages de pression atteintes dans les

travaux précédents et tenter de se rapprocher -voire dépasser- la transition vitreuse du lubrifiant.

- Ajuster ces modèles à plusieurs lubrifiants réels : T9, T32, T68, gearbox, spindle (haute vitesse), lubrifiants pour l'aéronautique.
- Etudier l'influence des surfaces réelles variées sur le frottement. On considèrera principalement des surfaces solides en acier et céramique.

Dans une deuxième partie, le candidat pourra mettre en place / développer / utiliser des outils basés sur l'intelligence artificielle (réseaux de neurone, machine learning...) pour tenter de relier la composition chimique du lubrifiant, son comportement rhéologique et le frottement résultant. L'environnement thermique devra aussi être pris en compte pour les régimes de frottement les plus sévères.

Profil recherché :

Le(la) candidat(e) retenu(e) bénéficiera d'un contrat de 3 ans dans le cadre de la Chaire de Recherche "Re-imagine Lubrication", financée par le groupe SKF. Le travail se déroulera au LaMCoS (<http://lamcos.insa-lyon.fr>), à l'INSA de Lyon. Il(elle) sera idéalement issu(e) d'un parcours (Master et/ou Ingénieur) en mécanique, matériaux ou physique des fluides.

Le(la) candidat(e) retenu(e) devra être particulièrement intéressé par la modélisation numérique, et ouvert à d'autres disciplines scientifiques. Une connaissance initiale des problématiques de la lubrification serait un plus. Il/elle montrera un goût pour la recherche et devra travailler en autonomie et avec rigueur.

Un bon niveau d'Anglais sera demandé.

Contacts

Nicolas Fillot nicolas.fillot@insa-lyon.fr
Laetitia Martinie laetitia.martinie@insa-lyon.fr