

Offre de thèse Mines Paris – PSL CEMEF

Spécialité doctorale	Mécanique Numérique et Matériaux
TITRE	Une nouvelle solution de lubrification adaptée à l'électrification des véhicules
Type de financement	Contrat de recherche / Financement Public
Modalités d'encadrement, de suivi de la formation et d'avancement des recherches du doctorant	Selon les règles de l'Ecole Doctorale SFA (Université de la Côte d'Azur) et de la Spécialité Doctorale « Mécanique Numérique et Matériaux » de l'Ecole des Mines de Paris : rapport et soutenance bibliographique (Février) puis rapport et soutenance d'avancement en 1 ^{ère} année, réunion du Comité de Suivi de Thèse en fin de 2 ^{ème} année.
Mots-clés	Tribologie, nanoparticules, additives de lubrification, analyse de surface
Contexte et objectif général	<p>Les enjeux écologiques liés à la lutte contre la pollution sont au centre des préoccupations de notre société. Dans ce contexte, la voiture électrique (EV) constitue un levier majeur pour faire face aux normes anti-pollution. L'électrification des moteurs implique de nouveaux défis en matière de lubrification et de tribologie [1-2]. En effet, les contraintes thermomécaniques exercées sur les lubrifiants de transmission au sein des boîtes de vitesses sont d'une sévérité accrue. Une lubrification compatible avec les spécificités de l'environnement d'un moteur électrique (basse viscosité pour limiter les pertes visqueuses, donc propriétés tribologiques en régime limite accrues, bonne conductivité thermique et propriétés diélectriques) est nécessaire. Par ailleurs, une amélioration de l'efficacité et l'autonomie des véhicules électriques impose une réduction de son poids. L'utilisation de nouvelles solutions matériaux telles que les alliages légers à haute performance dans les systèmes de transmission est un levier important pour l'allègement des structures. Cependant, les additifs à action tribologique synthétisés à façon pour les aciers sont moins efficaces sur ces alliages, plus important, les mécanismes tribo-chimiques qui résultent d'interactions entre les molécules chimiques des additives et les surfaces autres que en acier restent très peu documentés dans la littérature [3]. Dans le cadre de ce projet de thèse, nous proposons, d'utiliser des nanoparticules dans des lubrifiants [4] comme 'catalyseur' pour améliorer l'efficacité des additifs à action tribologique vis-à-vis d'alliages autres que les aciers [5]. L'approche proposée est holistique traitant à la fois la nature des surfaces en contact, les additifs de lubrification (anti-usure, limiteurs de frottement) et les spécificités des conditions de contact dans un e-véhicule. La thèse aura pour finalité de comprendre la nature des interactions entre les nanoparticules et les additifs de lubrification, et leur impact sur la cinétique et la durabilité</p>

	des tribofilms formés en fonction des surfaces en contact.
Présentation détaillée	<p><u>Résumé du travail :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Optimisation de la dispersion/stabilité des nanoparticules dans le lubrifiant - Etude des performances tribologiques du nano-lubrifiant dans un contact non ferreux sous régime de lubrification mixte/ limite en comparaison avec un contact en acier - Mise en place d'essais tribologiques avec une cinématique de roulement/glissement pour mimer à l'échelle laboratoire les sollicitations dans un système de transmission - Analyse et compréhension des mécanismes de lubrification faisant intervenir des interactions entre les nanoparticules, le package d'additif et les surfaces en contact - Etude de la durabilité des tribofilms : ce travail sollicitera une platine d'essais micromécanique in situ MEB dont les développements actuels permettent de réaliser des essais d'indentation, de rayure et de compression en régime quasi statique
Réf. bibliographiques	<p>[1] <i>Hybrid and electric vehicle tribology: a review.</i> Hemanth G et al. <i>Surf. Topogr.: Metrol. Prop.</i> 9 043001, 2021</p> <p>[2] <i>The impact of tribology on energy use and CO2 emission globally and in combustion engine and electric cars.</i> Holmberg et al.: <i>Tribol. Inter.</i> 2019</p> <p>[3] <i>Nanoscale in situ study of ZDDP tribofilm growth at aluminum-based interfaces using atomic force microscopy.</i> Gosvami et al. <i>Tribology International</i> 143, 106075, 2020</p> <p>[4] <i>Inhibition of Micro-pitting by Tribofilm-Forming ZrO2 Nanocrystal Lubricant Additives: A Micro-pitting Rig and Transmission Electron Microscope Study.</i> Lahouij et al. <i>Tribology Letters</i> 70 (1), 1-16, 2022</p> <p>[5] <i>Efficient friction and wear reduction of Al-Si alloy via tribofilms generated from synergistic interaction of ZDDP and chemically functionalized h-BN additives.</i> Mittal et al. <i>Applied Surface Science</i>, 595, 2022</p>
Salaire approximatif brut annuel	Rémunération 21 930€ brut annuel
Type projet/ collaboration	Contrat doctoral de l'école des Mine de Paris

Profil & compétences	<ul style="list-style-type: none"> - Ingénieur et/ou Master recherche en science des Matériaux - Une expérience en tribologie serait appréciée - Goût pour le travail de développement expérimental et de la pratique des techniques de caractérisation avancée - Aptitude à la modélisation numérique - Bon niveau de pratique du français et de l'anglais (niveau B2 ou équivalent minimum). - Bonnes capacités d'analyse, de synthèse, d'innovation et de communication. Qualités d'adaptabilité et de créativité. - Motivation pour l'activité de recherche. - Projet professionnel cohérent.
Lieu	CEMEF, Sophia Antipolis (Site de Mines Paris-PSL).
Equipe(s) de recherche	Procédés, Surfaces, Fonctionnalités (PSF)
Encadrant / Dir. de thèse	Pierre Montmitonnet, Directeur de Recherches CNRS (HDR) Imène Lahouij, Chargée de Recherches Ecole des Mines de Paris Frédéric Georgi, Ingénieur de Recherches CNRS

Les candidatures se font exclusivement en ligne. Complétez [le formulaire de candidature en ligne](#) auquel vous devrez attacher :

- votre CV*
- relevé officiel et détaillé de notes de vos dernières années d'études
- 1 ou 2 lettres de recommandation (professeur ou responsable de stage)

*pièce obligatoire pour valider la candidature, les autres documents pourront être adressés ultérieurement