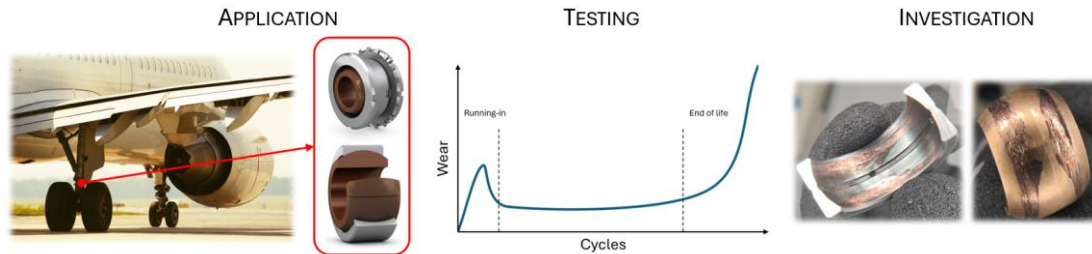


Sujet de thèse

TRIBOLOGIE D'UN CONTACT CONFORME BRONZE/ACIER POUR APPLICATIONS AERONAUTIQUES



Dans le secteur du transport, environ **30 % de l'énergie consommée est dissipée par frottement**. SKF Aerospace s'efforce de relever les défis d'**efficacité**, de **sobriété** et de **sécurité** propres à l'aéronautique en développant des solutions de roulement et d'articulation. Parmi les produits proposés, les **rotules d'aérostructures** sont particulièrement sollicitées en termes de charge, de vibration et d'oscillation. Pour optimiser ces composants et proposer des solutions innovantes, il est crucial de développer des **modèles de durées de vie** prédictifs. Cela implique une compréhension approfondie des phénomènes **tribologiques** qui interviennent tout au long de la vie d'une rotule, notamment le rodage, l'usure et la fin vie.



Contrairement aux contacts ponctuels propres aux roulements à bille [CAVACECE 2023], l'étude du contact au sein d'une rotule présente une complexité supplémentaire du fait de sa géométrie conforme et de sa surface étendue. Ceci entraîne des difficultés dans l'observation *operando* du **régime d'usure** lors des essais sur banc. Les méthodes expérimentales actuelles, principalement basées sur le suivi du couple et de l'usure, sont limitées pour comprendre les **mécanismes physicochimiques et thermo-mécanique** qui protègent ou dégradent les surfaces en contact pendant le fonctionnement. Pour soutenir les développements technologiques des rotules métal/métal et enrichir les connaissances scientifiques sur les **contacts conformes**, il est nécessaire d'explorer de **nouvelles techniques expérimentales**, telles que la mesure des propriétés électriques du contact. Ce saut technologique expérimental permettra de renforcer la **robustesse des essais** et ouvrira la voie à la modélisation des phénomènes tribologiques et mécaniques, contribuant ainsi à **l'amélioration des performances des futurs aéronefs**.

Le sujet de thèse proposé s'inscrit dans la suite d'une longue collaboration entre SKF Aerospace et le LaMCoS (INSA Lyon) qui a abouti à de nombreuses recherches et innovations sur le sujet des roulements. Cette première thèse portant sur l'étude du comportement tribologique des contacts conformes bronze/acier a pour objectifs **le développement et la mise en œuvre d'un essai d'endurance pour l'étude de l'évolution des mécanismes d'usure dans ces contacts**.

Ce projet de recherche s'articule donc autour de 3 étapes :

1. Développer un **essai d'endurance robuste** instrumenté via, par exemple, une mesure des propriétés électriques du contact ou toute autre méthode permettant de suivre l'évolution de caractéristiques de l'interface de frottement tout au long de l'essai

2. Déterminer et analyser le ou les **mécanismes d'usure** initiés dans le contact conforme bronze / acier
3. Identifier les axes permettant d'**améliorer les performances d'endurance** (design, graisse...)

Dans un contexte fortement collaboratif entre le laboratoire LaMCoS et SKF Aerospace le/la doctorant-e aura accès à :

- des moyens d'essais tribologiques sur-mesure pour reproduire des conditions élémentaires imposées à des fins de compréhension fines ainsi que des conditions plus globales, localement subies, de la vie d'un contact conforme type rotule,
- des moyens d'expertise tels que de la profilométrie 3D, des microscopies (optique, électronique à balayage, ou à force atomique...) ainsi que des analyses constitutives des différentes couches de l'interface. Ces moyens sont disponibles sur deux plateformes de caractérisations avancées existantes au LaMCoS et à l'INSA Lyon, et sur site de SKF Aerospace Valence (lien vidéo du site de Valence : <https://www.youtube.com/watch?v=IEqDHBw4Yxl>),

Pour mener à bien ses travaux, le doctorant sera épaulé par des spécialistes scientifiques et techniques dans chaque domaine tant sur la mise en œuvre expérimentale que sur les aspects tribologiques.

Profil recherché : **Bac+5 (Master ou diplôme d'ingénieur)** en mécanique et/ou matériau
Appétence pour l'expérimental
Anglais maîtrisé à l'oral et à l'écrit (niveau B2 minimum)
Des compétences en tribologie et/ou métallurgie seraient appréciées

Démarrage : **fin-2025** (octobre/novembre) – école doctorale MEGA de Lyon

Durée : **36 mois**

Rémunération : 2350€ brut/mois

Lieu : **Campus de la DOUA, INSA-Lyon**, laboratoires LaMCoS + déplacements mensuels sur le site SKF Aerospace à Valence.

Encadrement : **Aurélien Saulot**, laboratoire LaMCoS (Lyon) - aurelien.saulot@insa-lyon.fr
Sylvie Descartes, laboratoire LaMCoS (Lyon) - sylvie.descartes@insa-lyon.fr
Louis Bridonneau, SKF Aerospace (Valence) - louis.bridonneau@skf.com

Documents demandés pour la candidature : un CV, relevés Master et une lettre de motivation. Documents à envoyer par mail à l'équipe d'encadrement

PhD topic

TRIBOLOGY OF BRONZE/STEEL CONFORMAL CONTACT FOR AERONAUTICS APPLICATIONS

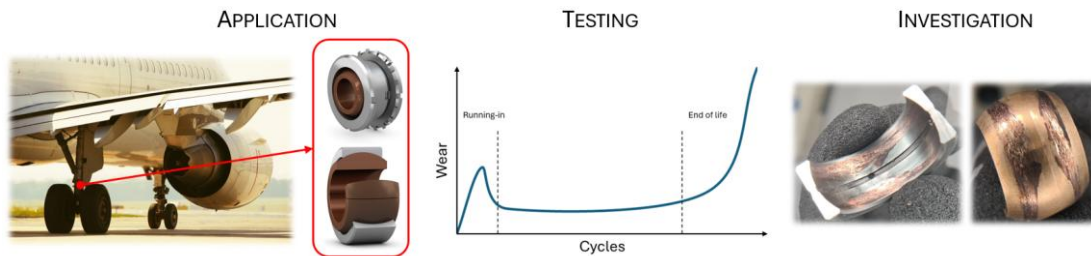


INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

LaMCoS
Laboratoire de Mécanique
des Contacts et des Structures
UMR 5259



In the transportation sector, approximately **30% of the energy consumed is dissipated through friction**. SKF Aerospace strives to meet the challenges of **efficacy, efficiency, and safety** specific to aeronautics by developing bearing and articulation solutions. Among the products offered, **aerostructure spherical bearings** are particularly stressed in terms of load, vibration, and oscillation. To optimize these components and propose innovative solutions, it is crucial to develop **predictive lifespan models**. This involves a deep understanding of the **tribological** phenomena that occur throughout the life of a spherical bearing, including running-in, wear, and end-of-life.



Unlike the point contacts typical of ball bearings [[CAVACECE 2023](#)], the study of contact within a spherical bearing presents additional complexity due to its conformal geometry and extensive surface area. This results in difficulties in *operando* observation of the **wear regime** during bench tests. Current experimental methods, mainly based on monitoring torque and wear, are limited in understanding the **physicochemical and thermo-mechanical** mechanisms that protect or degrade the contact surfaces during operation. To support the technological developments of metal/metal spherical bearings and enrich scientific knowledge on **conformal contacts**, it is necessary to explore **new experimental techniques**, such as measuring the electrical properties of the contact. This experimental technological leap will enhance the **robustness of tests** and pave the way for modeling tribological and mechanical phenomena, thereby contributing to the **improvement of future aircraft performance**.

The proposed thesis topic is part of a long-standing collaboration between SKF Aerospace and LaMCoS (INSA Lyon), which has resulted in numerous research projects and innovations about bearings. This first thesis on the study of the tribological behavior of bronze/steel conformal contacts aims to **develop and implement an endurance test to study the evolution of wear mechanisms in these contacts**.

This research project is structured around three stages:

1. Develop a robust **endurance test** instrumented via, for example, measuring the electrical properties of the contact or any other method allowing the monitoring of the friction interface characteristics throughout the test.
2. Determine and analyze the **wear mechanisms** initiated in the bronze/steel conformal contact.

3. Identify ways to **improve endurance performance** (design, grease, etc.).

In a highly collaborative context between the LaMCoS laboratory and SKF Aerospace, the PhD student will have access to:

- Custom tribological test facilities to reproduce elementary conditions imposed for fine understanding as well as more global conditions locally experienced by a typical spherical bearing contact,
- Means of inspection such as 3D profilometry, microscopies (optical, scanning electron, or atomic force), and constitutive analyses of the different layers of the interface. These means are available on two advanced characterization platforms at LaMCoS and INSA Lyon, and at the SKF Aerospace Valence site (link to the Valence site video: <https://www.youtube.com/watch?v=IEqDHBw4Yxl>),

To carry out this work, the PhD student will be supported by scientific and technical specialists in each field, both in experimental implementation and tribological aspects.

<u>Profile Sought:</u>	Master's degree (Bac+5) or engineering degree in mechanics and/or materials. Interest in experimental work Proficiency in English, both spoken and written (minimum level B2) Skills in tribology and/or metallurgy would be appreciated.
<u>Start Date :</u>	End of 2025 (October/November) – MEGA doctoral school in Lyon
<u>Duration :</u>	36 months
<u>Salary :</u>	2350€ gross per month
<u>Location :</u>	Campus de la DOUA, INSA-Lyon , laboratories + monthly trips to the SKF Aerospace site in Valence.
<u>Supervision :</u>	Aurélien Saulot , laboratoire LaMCoS (Lyon) - aurelien.saulot@insa-lyon.fr Sylvie Descartes , laboratoire LaMCoS (Lyon) - sylvie.descartes@insa-lyon.fr Louis Bridonneau , SKF Aerospace (Valence) - louis.bridonneau@skf.com

Required Documents for Application, a CV (Curriculum Vitae), Master's transcripts, a cover letter. Documents to be sent to the supervision team.