

# Abstract

The fluid that separates the contacting elements in many industrial applications is often a mixture of oil and operating fluids. This work aims to provide a better understanding of lubrication with mixtures in elastohydrodynamic contacts in order to anticipate appropriate lubrication system performance. The oil/refrigerant mixture and the oil/water mixture, representing respectively miscible fluids and immiscible fluids, are thoroughly investigated in this study. The essential questions differ depending on the characteristics of the mixtures.

The main issue for oil/refrigerant solution is at the contact outlet, where the refrigerant may evaporate. An original cavitation modeling with thermal effects for oil/refrigerant solutions is reported in this work. A comparison with other cavitation models from the literature is made, highlighting the necessity of considering the refrigerant solubility in oil for such problems. Indeed oil/refrigerant mixtures may dramatically reduce the amount of liquid oil for the next contact compared to the case of pure oil cavitation.

Besides this, the problem of water droplets in oil emulsion is addressed at the contact inlet to evaluate the risks of water droplet contamination. A micro-sized water-in-oil emulsion flow is directly observed at the EHL point contact inlet. In parallel, a numerical approach was developed to investigate the impacts of various operating parameters on the flow of water-in-oil emulsion. The results of this work give a possible explanation for the contradictory findings in the literature and reveal the critical conditions under which water-in-oil emulsion would influence the EHL contacts.

**Keywords**— Computational Fluid Dynamics, Fluid mechanics, Two-phase flow, Thermal effects, Numerical modeling, Emulsion, Mixture lubricant, Cavitation, Lubrication, Elastohydrodynamic

# Résumé

Le fluide qui sépare les éléments en contact dans de nombreuses applications industrielles est souvent un mélange d'huile et de fluides environnants. Ce travail vise à fournir une meilleure compréhension de la lubrification avec des mélanges dans les contacts élastohydrodynamiques afin d'anticiper les performances du système. Le mélange huile/réfrigérant et le mélange huile/eau, représentant respectivement des fluides miscibles et des fluides non miscibles, sont étudiés de manière approfondie dans cette étude. Les questions essentielles diffèrent en fonction des caractéristiques des mélanges.

Dans le cas d'une solution huile/réfrigérant, la principale question se pose à la sortie du contact, où le réfrigérant peut s'évaporer. Une modélisation originale de la cavitation incluant des effets thermiques est rapportée dans ce travail. Une comparaison avec d'autres modèles de cavitation de la littérature est proposée, soulignant la nécessité de considérer la solubilité du réfrigérant dans l'huile pour de tels problèmes. En effet, les mélanges huile/réfrigérant peuvent réduire considérablement la quantité d'huile liquide pour le prochain contact par rapport à la cavitation de l'huile pure.

De manière tout à fait différente, le problème des gouttelettes d'eau dans l'émulsion d'huile est abordé à l'entrée du contact pour évaluer les risques de contamination. Des gouttelettes d'eau dans l'huile de tailles microscopiques sont observées directement à l'entrée du contact EHL. Une approche numérique a été développée pour étudier les impacts de divers paramètres de fonctionnement sur l'écoulement de l'émulsion. Les résultats de ce travail donnent une explication possible aux conclusions parfois contradictoires de la littérature, et révèlent les conditions critiques dans lesquelles l'émulsion «eau-dans-huile» influencerait les contacts EHD.

**Mots-clés**— Dynamique des fluides numérique, Mécanique des fluides, Ecoulement diphasique, Effets thermiques, Modélisation numérique, Emulsion, Mélange lubrifiant, Cavitation, Lubrification, Elastohydrodynamique