**Titre de la thèse**:

Comportement tribologique de Polymères Modificateur de Frottement dans un contact acier/acier

**Thesis title**:

Tribological behavior of Polymers Friction Modifier in steel/steel contact

Résumé

Les Polymères Modificateurs de Frottement (PFM) sont des alternatives intéressantes aux Modificateurs de Frottement (MF) conventionnels dans les lubrifiants moteurs comme les DiThioCarbamates de Molybdène (MoDTC) car ils sont plus pertinents pour répondre aux problèmes environnementaux actuels. Cette thèse s’est focalisée sur l’étude du comportement tribologique d’un PFM commercialisé, le Perfad 3050, qui a montré dans la littérature un véritable potentiel dans la réduction du frottement dans la plupart des contacts sévères. Le but visé dans ce travail est donc d’approfondir dans la connaissance des mécanismes de réduction de frottement par cette catégorie d’additif au sein d’un contact acier-acier. La stratégie expérimentale consiste à réaliser des tests de frottement macroscopiques dans deux conditions tribologiques : Roulement-Glissement et Glissement pur puis à caractériser les tribofilms formés à l’intérieur comme à l’extérieur des traces de frottement par AFM et par ToF-SIMS. Les résultats d’analyses montrent que le bas frottement par le Perfad 3050 passe par la formation d’une couche robuste adsorbée dans le contact qui dépend surtout de la température (100°C) et de la cinématique du frottement. En condition de Roulement-Glissement, la courbe de Stribeck forme un tribofilm épais en surface qui favorise le bas frottement. Alors qu’en Glissement pur, les couches formées sont très fines et pas très stables avec des niveaux de frottement dispersés. En effet, l’absence de la rotation de la bille en Glissement pur limite le réapprovisionnement de la trace de frottement en additifs. En outre, dans le cas des tribofilms épais, on note une structuration de la couche sous forme d’îlots pouvant provenir des débris d’usure formés à la superficie des tribofilms. Par ailleurs, les tests de frottement réalisés dans un banc d’essai moteur en milieu formulé montrent que le Perfad 3050 réduit également le frottement dans les zones de lubrification sévères du moteur.

**Mots clés** : Tribologie, Lubrification limite, PFM, Caractérisations physico-chimiques.

Abstract

Polymer Friction Modifiers (PFMs) are good alternatives to conventional Friction Modifiers (FM) in engine lubricants like Molybdenum DiThioCarbamates (MoDTC) as they are more relevant to solving current's environmental issues. This thesis focused on the study of the tribological behavior of a marketed PFM, the Perfad 3050, which has shown in the literature a real potential for reducing friction in the most severe contacts. The aim of this work is therefore to deepen the knowledge of the friction reduction mechanisms by this category of additives within a steel-steel contact. The experimental strategy consists in carrying out macroscopic friction tests in two tribological conditions: Rolling-Sliding and Pure sliding followed by characterization of the tribofilms formed inside and outside the friction scars using AFM and ToF-SIMS technics. The analysis results show that the low friction of Perfad 3050 passes through the formation of a robust layer adsorbed in the contact which mainly depends on the temperature (100°C) and the kinematics of the friction. In rolling-sliding conditions, the Stribeck curve forms a thick tribofilm on the surface that leads to low friction. Whereas in pure sliding, the layers formed are very thin and unstable and the friction level is dipersed. Indeed, the absence of rotation of the ball in Pure Sliding limits the reloading of the friction scars in additives. Moreover, in the case of thick tribofilms, a structure of patches of additives is observed, which may come from wear formed on the surface of the tribofilms. In addition, friction tests carried out on an engine bench in a formulated environment show that Perfad 3050 also reduces friction in areas of severe engine lubrication.

**Keywords :** Tribology, Boundary lubrication, PFM, Physicochemical characterizations.