

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **02 juillet 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame CAMOUSSEIGT Léa-Marie**

Titre de la thèse : « *Modélisation des processus de lubrification et de vieillissement des graisses de boîte d'essieu ferroviaire* »



Résumé

Les principaux objectifs de la thèse sont la détermination de l'origine de la non-conformité de certains des lots de graisses neuves et l'étude et la modélisation dynamique des processus de lubrification et de vieillissement des graisses dans une boîte d'essieu de type cartouche *TGV*.

Pour le premier point, des analyses de caractérisation (*ATG*, *IR*, *CHONS*, *ICP* et *MBE*) et une étude rhéologique ont été réalisées pour caractériser des graisses neuves conformes et non conformes. Il en résulte que l'origine de la non-conformité de certains lots de graisses neuves ne vient pas *a priori* d'une différence de formulation. Cette origine n'a pas été clairement établie. Cependant, l'étude de rhéologie a montré une différence de thixotropie entre certaines graisses conformes et non conformes. On peut donc supposer que la non-conformité des graisses est en lien avec l'arrangement des fibres d'épaississant et la structure du réseau.

Pour le second point, une étude de caractérisation des graisses usagées issues du *MEB* et du service ferroviaire en fonction de la zone de prélèvement dans la boîte et du kilométrage parcouru a été effectuée. Elle a permis d'obtenir des ordres de grandeur de dégradation des graisses et des données de température en conditions réelles d'utilisation. D'autres études ont été réalisées pour permettre la construction de modèles intermédiaires : le modèle dynamique de la perméabilité de la graisse en condition statique en fonction de la température, le modèle cinétique de dégradation thermo-chimique de la graisse via le dispositif « *Rapidoxy* », le modèle thermique simplifié de la cartouche issu des données *MEB*. Ces derniers ont été établis pour permettre l'estimation de paramètres physico-chimiques qui sont utilisés pour alimenter le modèle de la cartouche. Ce modèle

simule la phase de fonctionnement de la graisse pour laquelle le film lubrifiant est complètement formé et la graisse, répartie dans la cartouche, est immobile. La dégradation thermo-chimique de la graisse a été prise en compte dans le modèle en utilisant les paramètres cinétiques et les paramètres liés aux transferts à l'interface gaz-liquide obtenus via le modèle cinétique de dégradation thermo-chimique. Le système (pièces métalliques de la cartouche + graisse + air + films lubrifiant) a été divisé en éléments de volume. Ce modèle a été construit à l'aide de bilans d'énergie et de matière réalisés sur l'ensemble de ces éléments de volumes. Le système d'équations différentielles obtenu a été résolu numériquement sur MATLAB. Afin de valider le comportement thermique de ce modèle, une simulation a été effectuée en prenant les conditions opératoires d'un essai *MEB* conforme ainsi que la valeur de puissance dissipée induite par la friction préalablement estimée par le modèle thermique simplifié de la cartouche. Une bonne concordance des températures simulées et expérimentales a été obtenue. Plusieurs scénarios représentatifs du service ferroviaire ont été simulés, à savoir : l'appoint de graisse neuve en cours de parcours et un contact métal-métal sur l'une des rangées de rouleaux entraînant la formation d'un point chaud et/ou la production de métaux d'usure. Ce modèle est en l'état un premier pas vers la compréhension du comportement et du vieillissement de la graisse en fonctionnement dans une boîte d'essieu.

Mots-clés : Graisse lubrifiante, Boîte d'essieu, Dégradation thermo-chimique, Modélisation dynamique, Estimation paramétrique.