

# Étude expérimentale et numérique des étanchéités dynamiques haute vitesse : application à la mobilité électrique

Directeur de thèse : Aurelian Fatu, PU, Université de Poitiers, [aurelian.fatu@univ-poitiers.fr](mailto:aurelian.fatu@univ-poitiers.fr) .

Co-encadrant : Thibaud Plantegenet, MCF, Université de Poitiers, [thibaud.plantegenet01@univ-poitiers.fr](mailto:thibaud.plantegenet01@univ-poitiers.fr)

Financement de la bourse de thèse : MESR 50% + appels à projets région.

Financement volet expérimentale : CETIM

Partenaire possible : Nidec PAS EMotors (Angoulême)

Mots clés : Etanchéité dynamique, mobilité électrique, efficacité énergétique, durabilité.

## Contexte et objectif

La transition énergétique en France est marquée par une volonté croissante d'électrifier les transports, un impératif dicté par la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de se conformer aux engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris. Ce phénomène témoigne d'un enjeu crucial pour la durabilité environnementale et le développement des véhicules électriques (VE) apparaît comme un élément essentiel de cette transformation.

Cette possibilité d'offrir une alternative plus respectueuse de l'environnement, qu'est le véhicule électrique par rapport au véhicule thermique, dépend fortement de l'efficacité des systèmes de propulsion (moteur électrique et système de transmission par réducteur mécanique). Pour les constructeurs, cela se traduit notamment par un besoin de compacité du moteur électrique tout en garantissant la génération de puissance nécessaire, que l'on peut satisfaire en augmentant les vitesses de rotation, actuellement de l'ordre de 15 000 tr/min et qui devraient approcher les 30 000 tr/min dans un avenir proche.

Cette évolution technique pose des exigences strictes en matière de conception et de fabrication des motorisations, notamment en ce qui concerne les systèmes d'étanchéité dynamiques. En effet, pour améliorer le rendement des moteurs électriques, il est essentiel d'assurer un refroidissement efficace, obtenu par la circulation d'un liquide de refroidissement entre le stator et le rotor, qui ne doit pas pouvoir échapper à l'extérieur et qui requiert donc l'utilisation d'une étanchéité dynamique. L'étanchéité dynamique est également nécessaire au niveau du réducteur où les engrenages doivent être lubrifiés. Globalement, les solutions adoptées doivent garantir non seulement une étanchéité parfaite afin d'éviter les fuites, mais aussi assurer une faible résistance au frottement. En parallèle, il est impératif d'augmenter leur durée de vie et de minimiser l'usure qui pourrait compromettre la

fiabilité. Pour rappel, la défaillance d'une étanchéité à quelques euros peut conduire à la ruine du moteur.

**L'objectif de la thèse** est donc de progresser dans la maîtrise des technologies d'étanchéités dynamiques des moteurs électriques et des boîtes de vitesses dans les nouveaux systèmes de propulsion des véhicules électriques. Les principaux enjeux sont **d'assurer une étanchéité efficace à des vitesses élevées**, tout en **minimisant les pertes par frottement et l'usure**, garantissant ainsi la fiabilité des systèmes de propulsions et donc du véhicule électrique.

Un aspect à prendre en considération est l'impact potentiel des fuites de courant accidentelles aux interfaces des systèmes d'étanchéité. Ces décharges pouvant non seulement altérer les propriétés d'étanchéité et de lubrification, mais également entraîner une usure prématurée, compromettant ainsi le bon fonctionnement des moteurs et la sécurité globale du véhicule.

## Déroulement de la thèse

La première phase de la thèse sera consacré à une étude bibliographique détaillée sur les étanchéités dynamiques dans le contexte de l'e-mobilité. En particulier, elle s'intéressera à : (1) raffiner les problématiques et objectifs associés aux étanchéités dynamiques appliquées aux VE ; (2) référencer les différentes technologies existantes d'étanchéités dynamiques utilisées actuellement dans les VE ; (3) exposer les verrous scientifiques et technologiques d'autres technologies susceptibles d'être utilisées.

La seconde phase concernera principalement l'étude approfondie de technologies d'étanchéités dynamiques existantes à la fois sur le volet expérimental sur un banc d'essais du laboratoire, mais aussi sur le volet numérique via les compétences et ressources existantes au sein de l'équipe. La partie expérimentale consistera entre autres à l'adaptation du banc d'essais, à la réalisation et au post-traitement des essais. Sur le volet numérique, l'objectif de cette phase est de modéliser les étanchéités analysées expérimentalement afin d'améliorer le modèle numérique pour y prendre en compte le caractère multi-échelle notamment.

La troisième phase de la thèse consistera à proposer des améliorations sur des technologies d'étanchéités dynamiques existantes ou proposer de nouvelles technologies basées sur les découvertes réalisées grâce à la phase précédente. Cela se fera via l'utilisation du modèle numérique amélioré et la réalisation d'essais supplémentaires sur le banc adapté.