

## Avis de Soutenance

Monsieur Ahmed ABED-MERAIM

Physique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Analyse du sillage d'un véhicule routier sous l'effet de volets, dérapage et turbulence amont*

Travaux dirigés par Monsieur Azeddine KOURTA

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : PRISME - Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique

Soutenance prévue le **jeudi 02 juillet 2026** à 14h00

Lieu : Université d'Orléans, 8 Rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans Cedex, France

Salle : Amphithéâtre Cabannes

### Composition du jury proposé

M. Azeddine KOURTA	Professeur émérite	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Laurent KEIRSBULCK	Professeur	Université Polytechnique Hauts-de-France - LAMIH	Rapporteur
M. Thomas CASTELAIN	Maître de conférences	École Centrale de Lyon - LMFA	Rapporteur
M. Pierre-Yves PASSAGGIA	Maître de conférences	Université d'Orléans	Co-encadrant de thèse
Mme Bérengère PODVIN	Directrice de recherche	CentraleSupélec - EM2C	Examinatrice
M. Laurent CORDIER	Directeur de recherche	CNRS – Université de Poitiers – ISAE ENSMA - PPRIME	Examinateur

**Mots-clés :** Aérodynamique automobile, Sillage, Turbulence amont, Dérapage, Volets

### Résumé :

L'amélioration des performances aérodynamiques des véhicules constitue un enjeu majeur pour la réduction de la consommation énergétique et des émissions. À vitesse élevée, la traînée est dominée par la contribution du sillage, dont la nature complexe rend difficile sa caractérisation, particulièrement pour des géométries représentatives de véhicules réels et dans des conditions d'écoulement non idéalisées. Cette thèse vise à analyser les mécanismes physiques gouvernant la traînée de pression d'un véhicule à partir de l'étude de son sillage proche. L'approche repose sur une campagne expérimentale menée en soufflerie sur une maquette à l'échelle 1/5, combinant plusieurs outils complémentaires. Ces mesures sont exploitées dans un cadre théorique basé sur les équations de conservation, via des bilans de masse et de quantité de mouvement appliqués aux interfaces naturelles du sillage. Dans un premier temps, des dispositifs passifs de contrôle d'écoulement sont étudiés en conditions nominales. Bien qu'ils modifient localement la topologie du sillage et les fluctuations turbulentes, leur effet sur la traînée reste limité, mettant en évidence une faible sensibilité du sillage d'un véhicule réaliste comparé aux corps canoniques simplifiés. L'influence du dérapage est ensuite analysée. L'introduction d'un angle de lacet rompt la symétrie du sillage, induisant une dissymétrie de la pression au culot et une augmentation de la traînée. Les bilans montrent que cette évolution est gouvernée par les modifications de l'écoulement moyen, via une augmentation de l'entraînement de masse, tandis que les contributions turbulentes restent négligeables. Enfin, l'effet de la turbulence d'écoulement libre est étudié. Les résultats mettent en évidence deux effets : une modification progressive de la topologie du sillage avec l'intensité turbulente, et un effet dû à la présence même de la turbulence, qui agit sur la couche limite incidente et la pression du sillage. Ces mécanismes soulignent le rôle déterminant des conditions amont sur les propriétés aérodynamiques du sillage. L'ensemble des résultats montre que la traînée de pression résulte de l'interaction entre topologie du sillage et entraînement de masse, qui sont fortement influencés par les conditions atmosphériques. Ces travaux soulignent les limites des approches dans des conditions idéalisées et ouvrent la voie au développement de stratégies de contrôle robustes, adaptées aux conditions réelles de conduite.

### Summary:

Improving vehicle aerodynamic performance is a major challenge for reducing energy consumption and emissions. At high speeds, aerodynamic drag is dominated by the wake contribution, whose complex nature remains difficult to characterise, especially for realistic vehicle geometries and under non-ideal flow conditions. This thesis aims to investigate the physical mechanisms governing pressure drag through the analysis of the near wake of a representative vehicle model. This approach is based on experiments conducted in a wind tunnel using a 1:5 scale model combining several complementary tools. These measurements are analysed through the conservation equations, using mass and momentum balances applied to natural wake interfaces. First, passive flow-control devices are investigated under nominal flow conditions. Although these devices locally modify the wake topology and the turbulent fluctuations, their impact on drag remains limited, highlighting the weak sensitivity of realistic vehicle wakes compared to canonical bluff bodies. The effect of the yaw angle is then examined. Introducing a yaw angle breaks the wake symmetry, thus leading to an asymmetric pressure distribution at the base and an increase in drag. The balance analysis shows that this behaviour is governed by modifications of the mean flow through an increase of mass entrainment, while turbulent contributions remain negligible. Finally, the influence of free-stream turbulence is studied. The results reveal two effects: a progressive modification of wake topology with increasing turbulence intensity, and an effect related to the mere presence of turbulence, impacting the incoming boundary layer and the wake pressure. These studies highlight the important role of upstream conditions on the wake. Overall, the results demonstrate that pressure drag originates from a balance between wake topology and mass entrainment, which are influenced by atmospheric conditions. This work also highlights the limitations of idealised approaches and opens new perspectives for the development of robust flow control strategies adapted to real driving conditions.