

Proposition de stage post-doctoral

- Stage au Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique - site d'Ecully
<http://lmfa.ec-lyon.fr>
- Durée : 18 mois (janvier 2024 - juin 2025)
- Salaire : selon l'expérience du candidat, entre 2000 et 2300 € net.
- Encadrement : T.Castelain (Univ. Lyon1 - LMFA), M.Michard (LMFA)

Contexte et objectifs

Les réglementations (EC/2015/719 - Amending 96/53/EC) ont contribué à proposer des améliorations aérodynamiques permettant d'augmenter l'autonomie du véhicule en usage électrique, et le programme de recherche DOLPHIN (financement BPI), impliquant notamment Renault Trucks (véhicule), Lamberet (remorque) et le LMFA, s'inscrit dans cette démarche. La finalité de l'étude aérodynamique liée à ce projet (lot 6.2 : Aérodynamisme) est d'identifier, via des mesures sur piste sur un camion à échelle 1, des configurations aérodynamiques favorables tenant compte des particularités du véhicule électrique (forme avant du tracteur prolongée, abaissement de la cabine, ...). Dans ce contexte, la contribution du post-doctorant engagé au Laboratoire concerne d'une part la mise en œuvre d'une analyse des signaux mesurés au cours des essais sur piste (visualisations pariétales, mesures de pression embarquées) permettant de déterminer la performance aérodynamique des différentes configurations testées dans le cadre du programme DOLPHIN ; d'autre part, une étude complémentaire en soufflerie, sur maquette à échelle réduite représentative d'un poids lourd, sera menée au Laboratoire, où les moyens métrologiques employés (PIV couplée à des mesures de pression instationnaire notamment) permettront une analyse aérodynamique fine des phénomènes d'interaction au sein du sillage du poids lourd.

Contexte scientifique

Au cours de précédentes actions de recherche au LMFA (thèse de Mathieu Szmigiel [1], thèse de Yann Haffner dans le cadre programme ANR Activ_ROAD [2]), une attention particulière a été portée à la manière dont le flux d'air issu du soubassement d'un véhicule terrestre contribue à la structuration globale du sillage dudit véhicule, en particulier pour un poids lourd. La mesure de la répartition de pression sur la face arrière de la remorque (culot), correspondant donc indirectement à la mesure de la traînée de forme, a montré une grande sensibilité à la vitesse de l'écoulement de soubassement [3]. Selon les configurations industrielles, cette vitesse peut différer significativement de la vitesse de soubassement relevée dans le cas d'un véhicule de tourisme, généralement proche de la vitesse infini amont. On a pu mettre en évidence [3] l'existence de classes d'écoulement qui dictent le niveau de performance aérodynamique du véhicule, comme illustré sur la Figure 1.

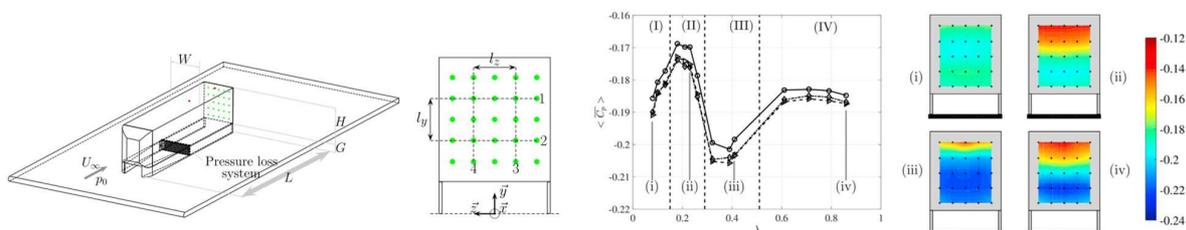


Figure 1 : Configuration expérimentale des essais au Laboratoire, et pression moyenne et cartographies de pression au culot en fonction de la vitesse de soubassement normalisée.

En considérant le seul résultat disponible relatif à un véhicule à échelle 1 (simulation numérique effectuée par Damien Chacaton, Renault Trucks), on peut conclure que le point représentatif du poids lourd réel est situé très près de la transition entre la classe II et la classe III. Or l'écoulement de type classe II présente un coefficient de pression nettement plus favorable (en termes

énergétiques) que l'écoulement de classe III : on constate un écart de 20% environ de pression moyenne.

Une étude du champ de vitesse dans le sillage du véhicule indique que corrélativement à cette transition de classe II \Rightarrow III, la quantité de mouvement de l'écoulement de soubassement devient suffisante dans le cas d'un écoulement de classe III pour que l'interaction entre l'écoulement issu du soubassement et l'écoulement se développant au-dessus du toit augmente grandement. Cette interaction est très spécifique à cette configuration industrielle, et ne se retrouve pas dans le domaine de l'aérodynamique automobile ou de véhicule de transport léger, pour des raisons d'équilibre différent entre l'écoulement libre et l'écoulement de soubassement.

Par conséquent, deux questions se posent :

- Cette classification des écoulements-types obtenue sur maquette simplifiée, en condition de sol fixe, est-elle retrouvée dans une configuration réelle à échelle 1 ? Si oui, dans quelle classe d'écoulement se trouve-t-on ? Pour ce faire, on propose une méthode d'évaluation quantitative plus globale des caractéristiques aérodynamiques du convoi, via l'utilisation de matrices de capteurs de pression disposées à l'arrière de la remorque avec leur dispositif d'enregistrement associé. Le dispositif répondra à un cahier des charges imposant d'être facilement implantable sur une remorque réelle, sans modifier la géométrie de cette dernière.
- Pour optimiser les performances aérodynamiques du véhicule, on peut souhaiter s'assurer que les contraintes géométriques (passage sous cabine, encombrement sous remorque) sont telles qu'au cours du cycle de roulage, le débit de soubassement restera dans la gamme correspondant à un écoulement de classe II. En matière opérationnelle, cela pose des contraintes certainement considérables. De ce fait, la question revenant à rechercher des moyens alternatifs, passifs ou actifs, permettant de retarder l'interaction entre l'écoulement de soubassement et l'écoulement libre, prend tout son sens. A titre d'exemple, on peut par exemple illustrer cette approche en imaginant un appendice arrière situé à proximité du soubassement, et permettant de retarder vers l'aval l'interaction entre les deux écoulements, comme visible sur la Figure 2. On propose donc de réaliser une étude portant sur la gestion de la transition classe II \Rightarrow classe III et sur la mise en œuvre quantifiée de stratégies permettant d'amener vers des propriétés de classe II toute configuration qui serait naturellement de classe III (ou au moins après la transition II \Rightarrow III).

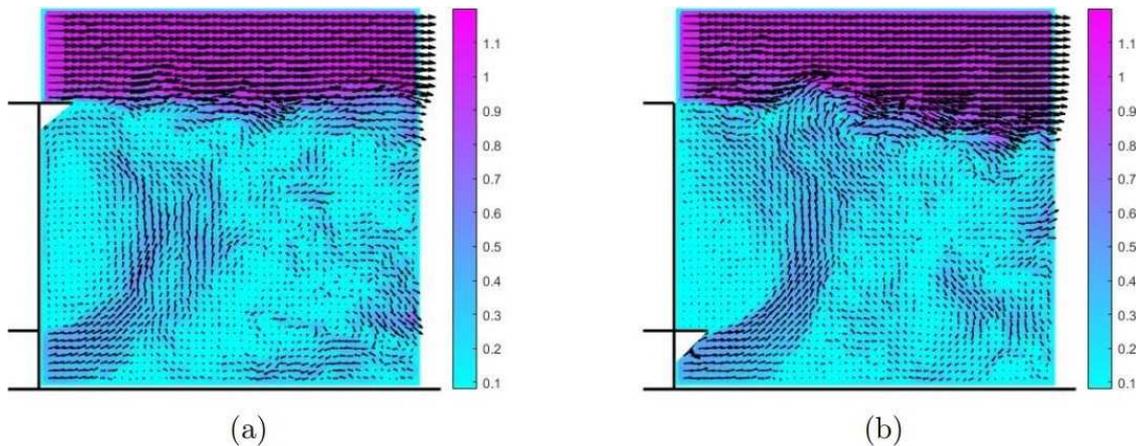


Figure 2 : Champ de vitesse dans le sillage d'une maquette simplifiée, correspondant à un écoulement entre classe II et III (représentatif d'un poids lourd), pour lequel des appendices ont été placés au toit (a) ou proche du soubassement (b) afin de retarder vers l'aval l'interaction entre l'écoulement de soubassement et l'écoulement libre

Enfin, en lien avec des travaux précédemment engagés dans le cadre de FALCON (FUI23), les essais sur piste permettront également de caractériser le flux d'air sur les parois de la cabine en environnement réel. L'objectif de cette tâche du programme DOLPHIN est d'évaluer si les modifications du tracteur (hauteur de cabine, remplacement des rétroviseurs 'classiques', forme du traceur, ...) sont susceptibles d'induire un décollement d'écoulement au contournement du pied-A du véhicule. L'objectif est ici de définir des indicateurs quantitatifs de l'instationnarité de l'écoulement à proximité des vitres latérales du véhicule à partir d'une acquisition à haute cadence d'images des brins de laine disposés sur les côtés de la cabine.

Références

- 1- Szmigiel, M., 2017, *Effet du flux de soubassement sur la dynamique du sillage d'un corps non profilé à culot droit. Application du contrôle actif pour la réduction de traînée de véhicule industriel*, thèse de doctorat, 2017LYSEC16
- 2- Haffner, Y., 2020, *Manipulation of three-dimensional turbulent wakes for aerodynamic drag reduction*, thèse de doctorat, Université de Poitiers
- 3- Castelain, T., Michard, M., Szmigiel, M., Chacaton, D. and Juvé, D., 2018, *Identification of flow classes in the wake of a simplified truck model depending on the underbody velocity*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 175, 352-363