

Offre de stage – 5^{ème} année d'école d'ingénieurs/Master 2 (H/F)

Titre du sujet	Étude en soufflerie de l'aérodynamique du sillage des véhicules routiers de type corps d'Ahmed sous condition climatique (pluie)	
Contacts	Prof. Henda DJERIDI henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr	Prof. Martin OBLIGADO martin.obligado@centraledelille.fr
Lieu	Laboratoire LEGI UGA/G-INP 1209-1211 Rue de la Piscine 38400 Saint Martin d'Hères https://www.legi.grenoble-inp.fr/web/	Laboratoire LMFL, Kampé de Fériet Batiment M6, Blv Langevin, Cité scientifique F-59655 Villeneuve d'Ascq https://lmfl.cnrs.fr/
Durée	6 mois – démarrage Février-Mars 2025	

Contexte et objectif :

Le projet TWIN concerne l'étude du couplage des particules inertielles avec l'aérodynamisme des corps d'Ahmed. L'objectif est d'acquérir des connaissances sur les effets d'accumulation de particules dans les sillages proches et lointains et sur les effets de proche paroi. En effet, le secteur du transport routier est confronté à des défis considérables pour conjuguer le besoin croissant de liberté de mouvement avec une croissance durable. Pour promouvoir le développement de transports à faible impact environnemental, les législations nationales et internationales fixent des objectifs obligatoires de réduction des émissions pour l'industrie automobile. Au cours des dernières décennies, la communauté scientifique a déployé de nombreux efforts pour étudier et contrôler l'aérodynamique complexe des véhicules routiers simplifiés à l'échelle du laboratoire, dans le but de réduire la traînée et donc la consommation de carburant dans le secteur de la mobilité des marchandises et des passagers. Cependant, le rôle des conditions extérieures reste largement inexploré. Des études ont souligné que le coefficient de traînée et la dynamique du sillage à basse fréquence sont très sensibles aux propriétés turbulentes de l'écoulement entrant. De plus, très peu d'études ont été consacrées à l'aérodynamique des véhicules routiers sous une pluie battante. Plus généralement, très peu d'attention a été accordée au couplage des particules inertielles avec l'aérodynamique (*Passaggia et al., 2021 ; Smith et al., 2021 ; Mazellier & Obligado, 2023*).

La complémentarité des partenaires de ce projet permet de réaliser des essais dans des souffleries de grande dimension permettant l'injection de gouttes de pluie et un contrôle de la turbulence amont de l'écoulement par grille active. Les interactions des gouttes de pluie sur la surface solide du véhicule seront analysées (dans le but de mettre en place des modèles de rugosité pour des surfaces hydrophobes) ainsi que leurs impacts dans les sillages et leur influence sur la stabilité du véhicule.

Programme :

Dans le cadre de ce stage on propose un travail préliminaire à ce projet. En effet, il sera nécessaire d'acquérir les fondamentaux en aérodynamique monophasique des véhicules de type corps d'Ahed. Des mesures de forces aérodynamiques en soufflerie (par balance d'efforts : portance et traînée) seront réalisées ainsi que des mesures de pression en paroi dans le but de caractériser le comportement du véhicule en fonction des conditions amont et de la vitesse d'écoulement. Les mesures en proche paroi et dans le sillage seront également réalisées par des techniques optiques (PIV) ou par sondes à fil chaud afin de mieux appréhender la dynamique du champ de vitesse et de mettre en évidence le phénomène de bi-stabilité du sillage inhérent à ce type de véhicule. La possibilité de réaliser des essais dans deux souffleries différentes permettra de bien comprendre d'une part les effets d'échelle mais également les effets de Reynolds sur les caractéristiques aérodynamiques du corps d'Ahed. Enfin, si les objectifs sont réalisés rapidement on se laisse la possibilité de réaliser des visualisations et des mesures dans le sillage avec des particules inertielles de type gouttes de pluie dans la soufflerie diphasique du LEGI en collaboration avec M. OBLIGADO du LMFL.

Perspective : Un financement ANR a été obtenu pour le projet TWIN en collaboration avec les laboratoires PRISME et LMFL et **ce travail préliminaire sera éventuellement poursuivi par une thèse (3 ans) au LEGI en co-tutelle avec le LMFL (Professeur Martin OBLIGADO).**

Encadrement : Ce stage sera encadré par Henda DJERIDI (Professeur G-INP / LEGI), Bertrand MERCIER (Maître de Conférences UGA / LEGI), Nicolas MAZELIER (Professeur Université d'Orléans / PRISME) et Martin OBLIGADO (Professeur Ecole centrale de Lille / LMFL). Le laboratoire LEGI est spécialisé dans les écoulements turbulents et diphasiques et en transport de particules inertielles. Le laboratoire PRISME est spécialisé en aérodynamique instationnaire et en contrôle d'écoulements. Pour le LMFL, une expertise en transport de particules sera apportée. Le stage se déroulera principalement au **LEGI sur le campus de Saint Martin d'Hères (Grenoble)** mais également à Orléans au laboratoire PRISME (facilité de logement avec l'université) et pour l'aspect diphasique en collaboration avec M. OBLIGADO.

Candidature : Élève-ingénieur de niveau BAC+5 ou étudiant(e) de M2 avec des solides connaissances en mécanique des fluides. Goût prononcé pour l'approche expérimentale.

Bonne maîtrise des outils de traitements de données (ex : Matlab).

Pièces à fournir dans le dossier de candidature :

- Curriculum Vitae
- Lettre de motivation
- Relevé de notes (même partiel) des deux dernières années
- Coordonnées de deux référents scientifiques

Contacts : Le dossier de candidature est à adresser à Henda DJERIDI et Martin OBLIGADO. (henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr) (martin.obligado@centraledelille.fr)

Date limite de candidature : 15/10/2024

Références bibliographiques :

Mazellier, N., & Obligado, M. (2023). *Aerodynamics of the square-back Ahmed body under rainfall conditions. Europhysics Letters*, 144(1), 13001.

Smith, S. E., Travis, K. N., Djeridi, H., Obligado, M., & Cal, R. B. (2021). *Dynamic effects of inertial particles on the wake recovery of a model wind turbine. Renewable Energy*, 164, 346-361.

Passaggia, P. Y., Mazellier, N., & Kourta, A. (2021). *Aerodynamic drag modification induced by free-stream turbulence effects on a simplified road vehicle. Physics of Fluids*, 33(10).

Internship offer - 5th year of engineering school/Master 2 (M/F)

Subject	Wind tunnel study of the wake aerodynamics of Ahmed body-type road vehicles under climatic conditions (rain)	
Contacts	Prof. Henda DJERIDI henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr	Prof. Martin OBLIGADO martin.obligado@centraledelille.fr
Location	Laboratoire LEGI UGA/G-INP 1209-1211 Rue de la Piscine 38400 Saint Martin d'Hères https://www.legi.grenoble-inp.fr/web/	Laboratoire LMFL, Kampé de Fériet Batiment M6, Blv Langevin, Cité scientifique F-59655 Villeneuve d'Ascq https://lmfl.cnrs.fr/
Duration	6 months – start: February-March 2025	

Background and objective :

The TWIN project concerns the study of the coupling of inertial particles with the aerodynamics of Ahmed bodies. The aim is to gain knowledge of the effects of particle accumulation in near and far wakes and of near-wall effects. The road transport sector is facing considerable challenges in combining the growing need for freedom of movement with sustainable growth. To promote the development of low environmental impact transport, national and international legislation sets mandatory emission reduction targets for the automotive industry. Over the last few decades, the scientific community has put a great deal of effort into studying and controlling the complex aerodynamics of road vehicles simplified to laboratory scale, with the aim of reducing drag and hence fuel consumption in the freight and passenger mobility sector.

In addition, very few studies have been devoted to the aerodynamics of road vehicles in driving rain. More generally, very little attention has been paid to the coupling of inertial particles with aerodynamics (*Passaggia et al., 2021; Smith et al., 2021; Mazellier & Obligado, 2023*).

The complementary nature of the partners in this project means that tests can be carried out in large wind tunnels that allow raindrops to be injected and the upstream turbulence of the flow to be controlled using an active grid. The interactions of raindrops on the solid surface of the vehicle will be analyzed (with the aim of setting up roughness models for hydrophobic surfaces) as well as their impact in the wakes and their influence on the stability of the vehicle.

Program:

This course proposes preliminary work for this project. It will be necessary to acquire the fundamentals of the single-phase aerodynamics of Ahmed body-type vehicles. Measurements of aerodynamic forces in the wind tunnel (by force balance: lift and drag) will be carried out as well as wall pressure measurements in order to characterize the behaviour of the vehicle as a function of upstream conditions and flow velocity. Near-wall and wake measurements will also be carried out using optical techniques (PIV) or hot-wire probes in order to gain a better understanding of the dynamics of the velocity field and to highlight the phenomenon of wake bi-stability inherent in this type of vehicle. The possibility of carrying out tests in two different wind tunnels will enable us to gain a good understanding of both the effects of scale and the Reynolds effects on the aerodynamic characteristics of Ahmed's body. Finally, if the objectives

are achieved quickly, we will leave open the possibility of carrying out visualizations and measurements in the wake with inertial particles of the raindrop type in LEGI's two-phase wind tunnel in collaboration with M. OBLIGADO from LMFL.

Prospects: ANR funding has been obtained for the TWIN project in collaboration with the PRISME and LMFL laboratories and this preliminary work will eventually be continued by a thesis (3 years) at LEGI in co-supervision with the LMFL (Professor Martin OBLIGADO).

Supervision: This internship will be supervised by Henda DJERIDI (Professor G-INP / LEGI), Bertrand MERCIER (Maître de Conférences UGA / LEGI), Nicolas MAZELIER (Professor Université d'Orléans / PRISME) and Martin OBLIGADO (Professor Ecole centrale de Lille / LMFL). The LEGI laboratory is specialized in turbulent and two-phase flows and inertial particle transport. The PRISME laboratory is specialized in unsteady aerodynamics and flow control. For the LMFL, expertise in particle transport will be provided. The internship will take place mainly at LEGI on the Saint Martin d'Hères campus (Grenoble) but also in Orléans at the PRISME laboratory (accommodation facilities with the university) and for the two-phase aspect in collaboration with Mr OBLIGADO.

Candidate: Student-engineer at BAC+5 level or M2 student with solid knowledge of fluid mechanics. Strong interest in experimental approaches. Knowledge in data processing tools (e.g. Matlab).

Documents to be provided with the application:

- Curriculum Vitae
- Letter of motivation
- Transcript of grades (even partial) for the last two years
- Details of two scientific referees

Contacts: Applications should be sent to Henda DJERIDI and Martin OBLIGADO.
(henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr) (martin.obligado@centraledelille.fr)

Application deadline: 15/10/2024

References :

Mazellier, N., & Obligado, M. (2023). Aerodynamics of the square-back Ahmed body under rainfall conditions. Europhysics Letters, 144(1), 13001.
Smith, S. E., Travis, K. N., Djeridi, H., Obligado, M., & Cal, R. B. (2021). Dynamic effects of inertial particles on the wake recovery of a model wind turbine. Renewable Energy, 164, 346-361.
Passaggia, P. Y., Mazellier, N., & Kourta, A. (2021). Aerodynamic drag modification induced by free-stream turbulence effects on a simplified road vehicle. Physics of Fluids, 33(10).