

Sujet de thèse DGA - laboratoire PRISME (Université d'Orléans)

Titre du sujet	Contribution à l'étude et à la modélisation du développement d'une couche limite sur une paroi super-hydrophobe : approche couplée expérimentale et numérique.	
Responsables	Azeddine KOURTA 02 38 49 45 13 azeddine.kourta@univ-orleans.fr	et Nicolas MAZELLIER 02 38 49 43 87 nicolas.mazellier@univ-orleans.fr
Laboratoire	Laboratoire PRISME (UPRES 4229) 8 rue Léonard de Vinci 45072 Orléans Cedex 2 http://www.univ-orleans.fr/prisme	



Résumé synthétique de la thèse :

L'utilisation récente de surfaces super-hydrophobes a montré une capacité remarquable à réduire le frottement pariétal en régime laminaire. Leur efficacité dans les régimes transitionnel et turbulent reste encore à prouver. L'objectif de ce travail est de combler ces lacunes en s'appuyant sur une approche couplant expérience et simulation. A partir des observations numériques et expérimentales d'un écoulement modèle, leur rôle sur la transition et la turbulence de paroi sera évalué. A termes, les résultats issus de cette étude permettront d'améliorer les revêtements de surface afin d'augmenter les performances des moyens de transport et tout particulièrement des bâtiments de la Marine.

Contexte et objectifs :

Le développement de la couche limite engendrée par la propulsion d'un engin dans un milieu fluide est à l'origine de nombreuses nuisances comme la résistance au mouvement au travers du frottement pariétal. Ces nuisances sont d'autant plus marquées par le phénomène de transition du régime laminaire au régime turbulent. L'amélioration des performances de propulsion passe donc par la maîtrise du développement de la couche limite. Ce travail a pour but d'étudier la réponse d'une couche limite en présence d'un glissement pariétal induit par les propriétés de mouillabilité.

Nous nous intéresserons ici à des surfaces dites super-hydrophobes qui ont la capacité de piéger une pellicule d'air dans les rugosités réduisant ainsi fortement le contact liquide/solide qui se manifeste sous la forme d'un effet perlant. Leur potentiel dans le domaine du contrôle d'écoulement est encore très peu exploité. Très récemment, leur utilisation a révélé une capacité remarquable à diminuer le frottement pariétal (Samaha et al., 2012). Toutefois, la plupart de ces études ont été restreintes à des écoulements laminaires et dans des configurations non transposables à une application réelle. A l'heure actuelle, on ne connaît pas leur efficacité dans les régimes transitionnel et turbulent pour lesquels on ne trouve que quelques rares études, majoritairement numériques (Min & Kim, 2004). Ce travail permettra de mieux comprendre les mécanismes physiques qui pilotent l'interaction entre les surfaces super-hydrophobes et l'écoulement pariétal dans le but d'apporter une preuve de faisabilité de leur efficacité. Les avancées obtenues dans ce projet serviront de base pour la conception de nouveaux revêtements de surface dans le but d'améliorer les performances des moyens de transport et les capacités opérationnelles des bâtiments de la Marine.



Cette étude s'intègre dans une thématique dédiée aux écoulements bio-inspirés qui est développée depuis environ 5 ans dans l'axe Écoulements et Systèmes Aérodynamiques du laboratoire PRISME de l'Université d'Orléans. Les travaux de l'axe sur cette thématique ont été dédiés au développement de volets auto-rétractables inspirés du plumage d'oiseaux pour contrôler des sillages turbulents (Mazellier et al., 2012) ou encore à l'étude de la transition de couche limite sur paroi poro-élastique imitant la peau de dauphin (Pluvinage et al., 2015). Les activités portant sur l'étude des surfaces super-hydrophobes a été initiée en 2014 au travers d'un projet financé par la Région Centre-Val de Loire.

L'objet de cette étude est de coupler les approches expérimentales et numériques qui sont actuellement développées au sein de l'axe de recherche pour étendre nos connaissances sur les mécanismes d'interaction entre couche limite et surface super-hydrophobes. Pour cela, une première expérience modèle sera réalisée afin d'optimiser l'épaisseur de la pellicule d'air piégée entre le substrat et le liquide en condition statique. Dans un second temps, une seconde expérience modèle sera conçue pour étudier l'effet de la surface super-hydrophobe en régime laminaire. Un modèle numérique de glissement pariétal sera proposé et validé par la confrontation entre expérimentations et simulations numériques. La dernière phase du travail portera sur l'extension des résultats aux régimes transitionnels et turbulents. Le modèle de glissement sera ajusté pour prendre en compte certains paramètres physiques comme le nombre de Reynolds, la pression ou encore la texture de la surface.

Bibliographie :

- Mazellier, N., Feuvrier, A. & Kourta, A. (2012) Biomimetic bluff body drag reduction by self-adaptive porous flaps. *Comptes Rendus Mécanique*, 340(1), 81-94.
- Min, T. & Kim, J. (2004). Effects of hydrophobic surface on skin-friction drag. *Phys. Fluids* 16:L55.
- Pluvinage, F., Kourta, A. & Bottaro, A. (2015) Instabilities in the asymptotic suction boundary layer over a permeable, compliant wall. *Physics of Fluids*, 27(5), 054104.
- Samaha, M. A., Tafreshi, H. V. & Gad-el-Hak, M. (2012). Superhydrophobic surfaces: From the lotus leaf to the submarine. *Comptes Rendus Mécanique*, 18-34.

Compétences recherchées du candidat :

Titulaire d'un Master ou équivalent.

Solides connaissances en mécanique des fluides.

Bonnes capacités de communication écrite et orale en anglais.

Rémunération :

Ces travaux seront réalisés dans le cadre d'un contrat doctoral financé par la Direction Générale de l'Armement pour une durée de 36 mois (rémunération brute mensuelle d'environ 1700 €).

Candidature :

Envoyer CV, relevés de notes des 2 dernières années et lettre de motivation avant le **6 mai 2016** à azeddine.kourta@univ-orleans.fr et nicolas.mazellier@univ-orleans.fr