

PROPOSITION DE STAGE 2022-2023 – MASTER 2 DET

Dynamique des Fluides, Énergétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier, Toulouse INP, INSA Toulouse, ISAE-SUPAERO, IMT Mines Albi

Titre : Développement de la technique interférométrique par film d'huile pour la mesure du frottement pariétal

Responsable(s) : Philippe Barricau philippe.barricau@isae-supaero.fr, Yannick Bury yannick.bury@isae-supaero.fr, Nicolas Doué nicolas.doue@isae-supaero.fr

Laboratoire(s) : ISAE/DAEP

Durée / période : 6 mois à compter de Février 2022 (possibilité de décaler à Mars 2022).

Candidature (CV, lettre de motivation) à envoyer à : Yannick Bury

Sujet

La prédiction du frottement pariétal sur des profils aérodynamiques constitue encore aujourd'hui un challenge technique et scientifique pour la modélisation des échanges dynamiques entre la zone interne de la couche limite et l'écoulement externe. Cette modélisation requiert une phase de validation qui doit s'appuyer sur des données expérimentales précises. Or ces mécanismes s'opèrent à des distances très réduites de la paroi, d'autant plus faibles que les nombres de Reynolds mis en jeu sont élevés. La plupart des méthodes de détermination du frottement pariétal, utilisées aujourd'hui de façon classique, sont des méthodes indirectes faisant intervenir la mesure d'une quantité autre que le frottement pariétal comme par exemple la vitesse (LDV, PIV, fil chaud...) ou le transfert de chaleur (thermographie IR). Des hypothèses sur l'écoulement au voisinage de la paroi sont alors nécessaires. La remise en cause de certaines de ces hypothèses selon le type d'écoulement étudié, notamment dans le cas où l'écoulement est proche du décollement, a conduit au développement de moyens de détermination directe du frottement pariétal comme par exemple la mesure de déformée de micro lamelles intégrées dans des MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) collés à la paroi, afin de remonter à la contrainte pariétale. Cependant, ces techniques demeurent contraignantes et coûteuses puisqu'elles nécessitent une adaptation du modèle qui n'est pas toujours envisageable et restent intrusives (effet de marche notamment).

Les méthodes peu intrusives qui ne nécessitent aucune hypothèse sur la forme du profil de vitesse, à savoir la nature de l'écoulement près de la paroi, devraient donc être privilégiées. La méthode interférométrique du film d'huile disponible pour la mesure directe et absolue du frottement pariétal présente un intérêt certain dans ce contexte [1].

L'objectif du stage est de développer des compétences dans le domaine de la mesure du frottement pariétal à l'aide de la méthode du film d'huile. Pour cela, une expérience de référence qui intègre un démonstrateur aérodynamique canonique sur laquelle pourra être déployé le dispositif métrologique basé sur cette technique interférométrique sera réalisée dans le cadre du stage.

Le stage, à dominante expérimentale, intégrera également le déploiement de simulations numériques diphasiques pour la prédiction du comportement du film d'huile soumis au cisaillement en paroi. Une étude bibliographique devra permettre d'établir l'état de l'art dans le domaine de cette technique de mesure. De plus, le stagiaire devra s'intéresser aux équations qui régissent le comportement du film d'huile lorsque ce dernier est soumis à l'écoulement afin de pouvoir en extraire des informations pertinentes. Il s'agira notamment de proposer des limitations de l'utilisation de cette technique voire d'apporter des simplifications au modèle initial comme par exemple lorsque le frottement pariétal peut être considéré comme homogène et stationnaire dans la zone observée. La prise en compte d'un écoulement plus complexe (effets 3D et instationnaires) pourra ensuite être étudiée. Enfin, le stagiaire devra dimensionner le banc expérimental mis en œuvre en soufflerie subsonique basse vitesse du DAEP et développer l'outil logiciel dédié à l'extraction du frottement pariétal à partir des images interférométriques acquises sur le banc d'essais.

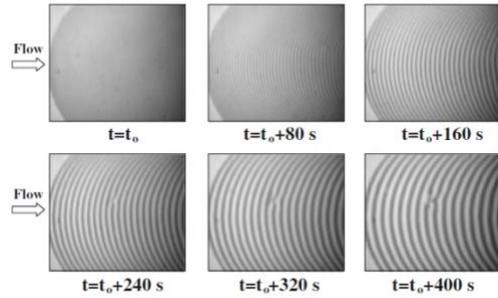
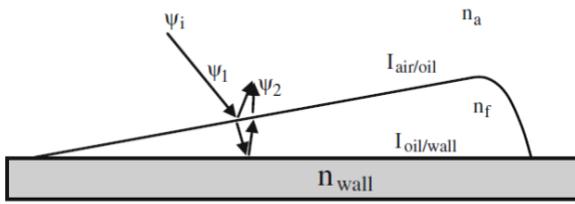


Figure : *Gauche* : Génération du motif interférométrique au voisinage du film d'huile - *Droite* : Evolution du motif interférométrique au cours du temps.

Compétences requises : Mécanique des Fluides, Aérodynamique. Une première expérience en techniques expérimentales serait un plus. La maîtrise de la programmation sous Matlab ou Python serait également appréciable ainsi que des compétences en traitement d'images.

[1] Pailhas, G., Barricau, P., Touvet, Y., & Perret, L. (2009). Friction measurement in zero and adverse pressure gradient boundary layer using oil droplet interferometric method. *Experiments in fluids*, 47(2), 195-207.