PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Modélisation et simulation DNS d'écoulements de films ruisselants et partiellement mouillants

Référence : **MFE-DMPE-2024-17**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2024	**Date limite de candidature :**

Mots clés : simulation DNS, ruissellement, Saint-Venant, tension de surface, ligne triple.

Profil et compétences recherchées

Master 2 Recherche ou école d'ingénieur. Bonnes connaissances en mécanique des fluides, en simulation numériques et en programmation.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'ONERA s'intéresse aux écoulements liquides pariétaux dans le cadre de plusieurs applications aéronautiques, notamment l'ingestion d'eau par les turbomachines, le dégivrage des aéronefs et les écoulements d'alumine liquide dans les tuyères de propulseurs solides. Le point commun entre ces applications très variées est la capacité à simuler correctement la surface mouillée avec des approches peu coûteuses en temps de calcul, comme les méthodes eulériennes intégrales de type de Saint-Venant. Cependant, la nature même de ces méthodes nécessite de faire appel à des modèles de fermeture, par exemple pour le profil de vitesse dans le film liquide et le frottement pariétal. Or la courbure et le frottement jouent un rôle de premier ordre à proximité de la ligne triple et dans cette zone, les phénomènes ne sont pas forcément bien décrits par une approche intégrale. L'objectif de la thèse sera ainsi de mieux comprendre le rôle des différents phénomènes physiques (viscosité, tension de surface, angle de contact, …) grâce à des simulations numériques directes (DNS) hautes-fidélités capables de décrire finement la dynamique de l'écoulement dans la zone proche de la ligne triple afin d'améliorer la modélisation dans les approches basses-fidélités utilisées dans les codes industriels.

Différentes configurations seront ainsi envisagées. Une première configuration sera le décrochage d'une goutte sessile sur une plaque inclinée. Celle-ci permettra d'étudier le phénomène d'hystérésis et de voir comment le transcrire dans une approche St Venant, en distinguant le cas particulier des surfaces hydrophobes avec un angle de contact supérieur à 90° qui ne peut pas être représenté directement avec une approche intégrale. Une deuxième configuration sera celle du pincement du film tombant sur laquelle on souhaite plus spécifiquement étudier l'effet de la viscosité. En effet, certains fluides comme l'alumine sont très visqueux et l'objectif sera de comprendre l'influence de la viscosité sur le développement du bourrelet et la transition du film en ruisselets. Enfin, une troisième configuration sera celle de l'étalement d'un film sur un disque tournant. Il s'agira d'implémenter la force centrifuge et la force de Coriolis dans le code de DNS. L'avantage de cette configuration est de pouvoir moduler l'intensité de la force appliquée avec la vitesse de rotation et donc de pouvoir étudier l'effet de l'intensité de cette force sur la transition film/ruisselets. Par ailleurs, cela se rapproche des configurations de ruissellement sur les aubes en rotation qui sont rencontrées dans les simulations pour l'ingestion dans les turbomachines.

Pour toutes ces configurations, les DNS réalisées en utilisant le code JADIM développé à l'IMFT [1] seront comparées et analysées par rapport aux résultats donnés par les approches intégrales de type St Venant développées à l'ONERA [2] [3]. Des résultats expérimentaux obtenus sur ces configurations dans le cadre de thèses précédentes [4] permettront également de fournir une référence à cette étude afin de progresser sur la compréhension des phénomènes de mouillage partiel qui est un domaine où il reste beaucoup à explorer en dehors des configurations académiques.

Références:

[1] Lavalle, G., Sebilleau, J., Legendre, D., "*Rivulet cascade from falling liquid films with side contact lines*", Phys. Rev. Fluids 5, 2020

[2] Lallement, J., "*Modélisation et simulation numérique d'écoulements de films minces avec effet de mouillage partiel*", Thèse de doctorat Dynamique des fluides Toulouse, ISAE 2019

[3] Delacroix, B., Bouyges, M., Blanchard, G., Laurent, C., Villedieu, P., "*Derivation via Hamilton's principle of a new shallow-water model using a color function for the macroscopic description of partial wetting phenomena*", ESAIM: ProcS, 72 (2023) 64-92, DOI: https://doi.org/10.1051/proc/202372064

[4] Thoraval, B. "*Etude expérimentale de la formation et du comportement de ruisselets sur une paroi* », Thèse de doctorat Dynamique des fluides Toulouse, ISAE 2020

Collaborations envisagées

Cette thèse sera réalisée en collaboration entre le Département Multi-physique Pour l'Energétique (DMPE) de l'ONERA et l'Institut de Mécanique des Fluide de Toulouse (IMFT).

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Multi-Physique pour l'Energétique

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Ghislain Blanchard

Tél. : 05 62 25 29 77 Email : ghislain.blanchard@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Dominique Legendre ou Julien Sébilleau

Laboratoire : IMFT

Tél. :

Email :

Pour plus d'informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche