

PROPOSITION DE STAGE 2020-2021
Titre : GOUTTES FILANTES

 Responsable(s) : T. ONDARÇUHU (DR CNRS, thierry.ondarcuhu@imft.fr, 05 34 32 29 88)

 D. LEGENDRE, (Prof. INP, dominique.legendre@imft.fr, 05 34 32 28 18)

 J. SEBILLEAU (M&C INP, julien.sebilleau@imft.fr, 05 34 32 28 46)

 Laboratoire: IMFT, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, www.imft.fr
Sujet du stage

Les gouttes filantes sont des gouttes auto-propulsées qui, déposées sur une surface de verre, se déplacent spontanément à des vitesses pouvant atteindre plus de 10 cm/s. Le principe de base de ce phénomène est la faculté de la goutte à modifier la surface du verre afin de la rendre hydrophobe. La goutte se retrouve ainsi en permanence en déséquilibre entre l'avant hydrophile et la traînée hydrophobe qu'elle laisse à l'arrière (figure). Depuis les travaux pionniers [1], de nombreux systèmes ont été démontrés sur ce même principe. Les gouttes filantes peuvent également être utilisées comme système modèle pour décrire le déplacement spontané d'agrégats de cellules biologiques qui pourrait intervenir dans le développement de tumeurs [2].

Des expériences récentes réalisées à l'IMFT à l'aide d'une caméra rapide mettent en évidence différentes morphologies de gouttes en fonction des propriétés du liquide (solvant, concentration en molécules actives) et du substrat (fonctionnalisation). Il a notamment été montré que la goutte peut adopter une forme de croissant laissant deux traînées à l'arrière (figure). Des régimes non stationnaires où la forme de la goutte et sa vitesse oscillent de manière périodique ont également été mis en évidence.

Le but de ce stage sera donc de déterminer les mécanismes donnant lieu à ces différentes morphologies, ces effets 3D n'ayant jamais été étudiés. Il comprendra une partie expérimentale pour étudier l'influence des différents paramètres sur la forme des gouttes, de l'analyse d'image afin d'extraire de manière automatique les mesures pertinentes à partir des films enregistrés et une partie théorique et numérique pour déterminer la physique de ces systèmes.

L'approche numérique développée dans le code JADIM de l'IMFT consiste à résoudre les équations de Navier-Stokes et les mouvements et déformations de l'interface en condition de mouillage. Le code JADIM est à même de capturer les phénomènes 3D de génération de perles comme illustré sur la figure pour des gouttes glissant sur une paroi inclinée [3]. Dans ce stage, le mouvement sera induit par une modification au passage de la goutte des conditions de mouillage de la paroi, phénomène qu'il faudra modéliser dans le code.

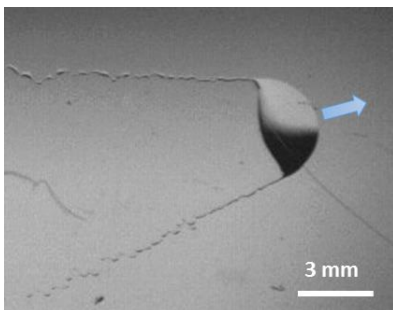
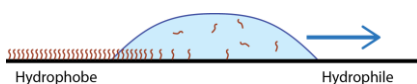


Figure : Représentation schématique d'une goutte filante : les molécules de silanes présentes dans la goutte s'adsorbent sur la surface et la rendent hydrophobe ; Image d'une goutte filante se déplaçant à une vitesse de 10 cm/s sur une lame de verre ; modélisation par le code JADIM de la génération de perles à l'arrière d'une goutte glissant sur une paroi inclinée.

Mots-clés : Physique des liquides, mouillage réactif, caméra rapide, analyse d'image, théorie et modélisation.

Publications associées:

[1] Free-running droplets, F. Domingues Dos Santos, T. Ondarçuhu, *Phys. Rev. Lett.* 75 (1995) 2972.

[2] Spontaneous migration of cellular aggregates: from giant keratocytes to running spheroids
G. Beaune, *et al.*, *PNAS* 115 (2018) 12926-12931.

[3] Numerical simulation of static and sliding drop with contact angle hysteresis, JB Dupond, D. Legendre, J. *Comput. Phys.*, 229 (2010) 2453.