

Interfacial Hydrodynamics in the Vicinity of Lubricated Surfaces

English version - M2 internship + funded PhD offer at Institut de Physique de Nice (Univ. Côte d'Azur; CNRS)

Context - Lubricant-impregnated surfaces (LIS) have been the focus of significant research over the past decade for their peculiar anti-wetting, self-cleaning and low friction properties (1). These surfaces function by trapping oil within rough textures, resulting in substrates with substantial reduction in the adhesion of fluids or solids that come into contact with them. Along with their novel functionalities, these innovative surfaces also give rise to a rich array of physical and hydrodynamical phenomena involving four phases, including three fluid phases, and many interfaces (see Fig1.a and Ref. (2)).

Objectives - In this project, you will investigate two key questions:

- How can these surfaces be fabricated efficiently and reproducibly using an innovative coating technique?
- How does the presence of viscous oil menisci influence a range of canonical interfacial phenomena, including viscous fingering (Fig1.b), contact line instabilities (Fig1.c) or dip coating (Fig1.d)?

Work environment - The Institut de Physique de Nice (INPHYNI), affiliated with Université Côte d'Azur and CNRS, is located just 30 minutes from the center of Nice. Renowned for its cutting-edge research in both fundamental and applied physics, INPHYNI is housed in a modern building equipped with state-of-the-art facilities for microfabrication and material characterization. The institute provides an inspiring environment for young researchers seeking scientific excellence.

You will learn:

- Hands-on experience with microfabrication techniques (to produce the LIS) and original experiments;
- In-depth knowledge of soft matter physics and interfacial dynamics & Advanced skills in theoretical modeling.

Candidate profile - Applications are welcome from students with:

- A strong motivation and a proactive attitude;
- A background in physics, mechanical engineering, or chemical engineering, with an interest in fluid dynamics and/or soft matter;
- The desire to pursue a fully-funded PhD in our lab on a related topic.

- [1] S. Hardt and G. McHale, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, vol. 54, no. 1, pp. 83–104, 2022.
 [2] A. Keiser, P. Baumli, D. Vollmer, and D. Quéré, *Phys. Rev. Fluids*, vol. 5, no. 1, p. 014005, 2020.
 [3] L. C. Morrow, C. Cuttle, and C. W. MacMinn, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 131, no. 22, p. 224002, 2023.
 [4] A. Deblais, R. Harich, A. Colin, and H. Kellay, *Nature Comm.*, vol. 7, no. 1, p. 12458, 2016.
 [5] J. H. Snoeijer, G. Delon, M. Fermigier, and B. Andreotti, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 96, no. 17, p. 174504, 2006.

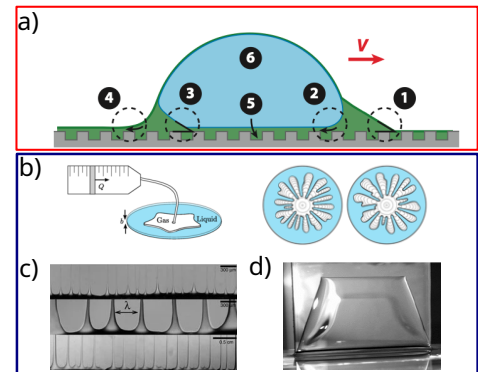


Figure 1: a) Schematic of a droplet on a LIS (from Ref. (1)), illustrating the complexity associated with the presence of numerous interfaces. b-d) Images representing canonical experiments we will revisit in the frame of those new surfaces, namely: b) viscous fingering (3), c) contact line instabilities (4), and d) dip coating (5).

Application process: Just send an email to Christophe Raufaste: christophe.raufaste@univ-cotedazur.fr and Ludovic Keiser: ludovic.keiser@univ-cotedazur.fr.

Hydrodynamique interfaciale au voisinage de surfaces lubrifiées.

Version française - **Stage de M2 + thèse financée** à l'Institut de Physique de Nice (Univ. Côte d'Azur, CNRS)

Contexte - Les surfaces imprégnées de lubrifiant (*LIS*) ont fait l'objet de recherches importantes au cours de la dernière décennie en raison de leurs propriétés particulières d'anti-mouillage, d'auto-nettoyage et de faible friction (1). Ces surfaces fonctionnent en piégeant de l'huile dans des textures rugueuses, réduisant substantiellement l'adhérence des fluides ou des solides à leur contact. En plus de leurs fonctionnalités nouvelles, ces surfaces innovantes donnent également lieu à une riche variété de phénomènes physiques et hydrodynamiques impliquant quatre phases, dont trois phases fluides, et de nombreuses interfaces (voir Fig2.a et Réf. (2)).

Objectifs - Dans ce projet, vous explorerez deux questions clés:

- Comment ces surfaces peuvent-elles être fabriquées de manière robuste en utilisant une nouvelle technique d'enduction ?
- Comment la présence de ménisques visqueux d'huile influence-t-elle différents phénomènes interfaciaux canoniques comme la digitation visqueuse (Fig2.b), les instabilités de ligne de contact (Fig2.c) ou l'enduction par trempage (Fig2.d) ?

Environnement de travail - L'Institut de Physique de Nice (INPHYNI), affilié à l'Université Côte d'Azur et au CNRS, est situé à seulement 30 minutes du centre de Nice. Réputé pour ses recherches de pointe en physique fondamentale et appliquée, INPHYNI est installé dans un bâtiment moderne doté d'équipements de pointe pour la microfabrication et la caractérisation. L'institut offre un cadre stimulant pour les jeunes chercheurs et chercheuses en quête d'excellence scientifique.

L'étudiant ou l'étudiante acquerra :

- une expérience pratique autour de techniques de microfabrication, de caractérisation et de contrôle d'écoulements fluidiques,
- des connaissances & des compétences théoriques poussées.

Profil recherché - Etudiants et étudiantes de master avec :

- une forte motivation et une attitude proactive,
- un parcours académique en physique fondamentale ou appliquée, en sciences de la matière, en ingénierie ou en mécanique, avec un intérêt pour la dynamique des fluides et/ou la matière molle,
- le désir de poursuivre avec une thèse de doctorat (entièrement financée) à l'INPHYNI sur un sujet connexe.

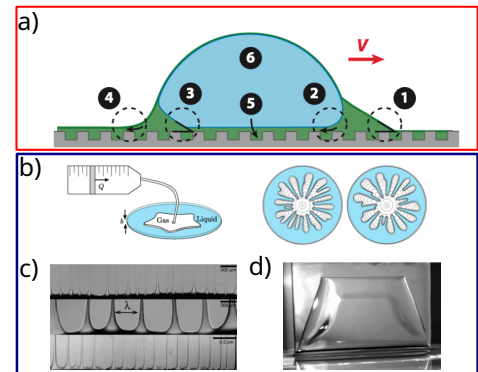


Figure 2: a) Schéma d'une gouttelette sur une LIS (tiré de (1)), illustrant la complexité liée à la présence de ménisques à quatre phases. b-d) Images représentant des expériences canoniques qui seront revisitées dans le cadre de ces nouvelles surfaces, à savoir : a) digitation visqueuse (3), b) instabilité de ligne de contact (4), et c) enduction par trempage (5).

- [1] S. Hardt and G. McHale, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, vol. 54, no. 1, pp. 83–104, 2022.
 [2] A. Keiser, P. Baumli, D. Vollmer, and D. Quéré, *Phys. Rev. Fluids*, vol. 5, no. 1, p. 014005, 2020.
 [3] L. C. Morrow, C. Cuttle, and C. W. MacMinn, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 131, no. 22, p. 224002, 2023.
 [4] A. Deblais, R. Harich, A. Colin, and H. Kellay, *Nature Comm.*, vol. 7, no. 1, p. 12458, 2016.
 [5] J. H. Snoeijer, G. Delon, M. Fermigier, and B. Andreotti, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 96, no. 17, p. 174504, 2006.

Candidature : Vous pouvez envoyer un courriel à Christophe Raufaste : christophe.raufaste@univ-cotedazur.fr et Ludovic Keiser : ludovic.keiser@univ-cotedazur.fr.