

Spécialité : CHIMIE / Chimie des matériaux

[Laboratoire : IRAMIS/NIMBE/LIONS](#)

## Fabrication de surfaces omniphobes

**Responsable de stage : Christophe FAJOLLES**

patrick.guenoun@cea.fr

Tel : 0169089960

Stage pouvant se prolonger en thèse : Oui

Durée du stage : 7 mois

**Résumé:**

Par adsorption ou greffages de molécules adaptées, nous fabriquerons des surfaces omniphobes, c'est à dire capables de laisser glisser des gouttes d'eau ou d'huile sous l'action d'un stimulus faible.

**Sujet :**

Pour beaucoup d'applications (dégivrage, anti-adhésion, nettoyage) on recherche des surfaces capables d'éliminer facilement des gouttes qui s'y condensent. La méthode usuelle pour l'eau est de créer des revêtements de surface hydrophobes pour conférer aux gouttes d'eau un angle de contact élevé et une force d'hystérésis faible : les gouttes s'évacuent alors facilement sous l'influence de la gravité par exemple. Par contre, ces revêtements sont en général peu efficaces pour les gouttes d'huile et sont souvent fragiles à moyen terme. De plus ils peuvent être constitués d'espèces chimiques qui seront bientôt réglementées ou interdites ou bien, dans le cas de revêtements nanostructurés, sensibles à la pression qui les rend inefficaces (transition d'empalement).

Dans ce stage, qui pourra être suivi d'une thèse CIFRE financée par une entreprise avec laquelle nous collaborons, nous proposons d'explorer deux nouvelles stratégies développées récemment dans notre laboratoire et dans la littérature. La première consiste à adsorber ou greffer des molécules biocompatibles et biodégradables sur les surfaces d'intérêt pour créer un revêtement hydrophobe mais aussi suffisamment lipophile. Nous comparerons différentes méthodes d'adsorption et de greffage pour optimiser les propriétés.

La seconde stratégie consiste à créer un revêtement de type liquide : comme les surfaces nanostructurées s'inspirent du lotus, cette stratégie s'inspire des plantes carnivores [1]. Une première méthode a consisté tout d'abord à infuser un liquide dans une couche poreuse [2] mais la stabilité du liquide peut poser problème. Plus récemment des polymères greffés ou adsorbés de type poly(diméthylsiloxane) sur des surfaces de verre ont montré des propriétés liquides qui permettent à des gouttes d'huile condensées sur elles de glisser très facilement [3,4]. Pourtant il n'a pas encore été montré de propriétés analogues convaincantes pour des gouttes d'eau où l'hystérésis reste encore assez grand.

Le stage, suivi du projet doctoral, consistera à optimiser des surfaces réellement omniphobes par les deux méthodes. Pour ce faire nous explorerons différents types de polymères et différentes méthodes de greffage en contrôlant tout particulièrement la nature chimique des groupes de surface et l'énergie de surface associée. On s'intéressera tout particulièrement aux recuits thermiques des couches ainsi qu'à leur vieillissement dans le temps en étudiant aussi les variations de pH ambiant.

[1] Bohn H.F., Federle W., 14138-14143 PNAS September 28, 2004 vol. 101 no. 39

[2] Wong, T. S.; Kang, S. H.; Tang, S. K.; Smythe, E. J.; Hatton, B. D.; Grinthal, A.; Aizenberg, J. Bioinspired Self-Repairing Slippery

Surfaces with Pressure-Stable Omniphobicity. *Nature* 2011, 477, 443-447.

[3] Wang, L.; McCarthy, T. J. Covalently Attached Liquids: Instant Omniphobic Surfaces with Unprecedented Repellency. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2016, 55, 244-248.

[4] Liu, P.; Zhang, H.; He, W.; Li, H.; Jiang, J.; Liu, M.; Sun, H.; He, M.; Cui, J.; Jiang, L.; Yao, X. Development of "Liquid-Like" Copolymer Nanocoatings for Reactive Oil-Repellent Surfaces. *ACS Nano* 2017, 11 (2), 2248-2256.

---

## Fabrication of omniphobic surfaces

### Abstract:

By adsorption or grafting of adapted molecules, omniphobic surfaces will be made, i.e. surfaces where either water or oil drops are able to slide easily under the action of a weak stimulus.

### Subject :

For many applications (defrosting, anti-adhesion, cleaning) one aims at surfaces where condensed droplets can be easily removed. The usual method for water is to create hydrophobic surface coatings to create water droplets with a high contact angle and a low hysteresis force: the drops are then easily evacuated under the influence of gravity for example. However, these coatings are generally not very effective for oil drops and are often fragile in the long term. In addition, the coatings may consist of chemical species that will be soon regulated or banned or, in the case of nanostructured coatings, are too sensitive to the pressure that makes them ineffective (impalment transition).

In this training project, possibly followed by a PhD funded by an industrial partner, we propose to explore a new strategy recently developed in our laboratory and in the literature and which consists in creating a liquid-like coating : as nanostructured surfaces mimic lotus leaves, this strategy is inspired from pitcher plants [1]. A first method consists to infusing a liquid in a porous layer [2] but the stability of the liquid can be problematic. More recently, polymers of poly (dimethylsiloxane) kind, grafted or adsorbed on glass surfaces have shown such liquid-like behaviors such as condensed oil drops could slide very easily [3,4]. Yet convincing similar properties for drops of water have not been shown yet since the remnant hysteresis is still quite large.

We therefore propose a training and doctoral project that will consist of optimizing truly omniphobic surfaces. To do this, we will explore different types of polymers and different methods of grafting by controlling especially the chemical nature of surface groups and the associated surface energy. Particular attention will be paid to the thermal annealing of the layers as well as to their aging over time.

[1] Bohn H.F., Federle W., 14138-14143 PNAS September 28, 2004 vol. 101 no. 39

[2] Wong, T. S.; Kang, S. H.; Tang, S. K.; Smythe, E. J.; Hatton, B. D.; Grinthal, A.; Aizenberg, J. Bioinspired Self-Repairing Slippery Surfaces with Pressure-Stable Omniphobicity. *Nature* 2011, 477, 443-447.

[3] Wang, L.; McCarthy, T. J. Covalently Attached Liquids: Instant Omniphobic Surfaces with Unprecedented Repellency. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2016, 55, 244-248.

[4] Liu, P.; Zhang, H.; He, W.; Li, H.; Jiang, J.; Liu, M.; Sun, H.; He, M.; Cui, J.; Jiang, L.; Yao, X. Development of "Liquid-Like" Copolymer Nanocoatings for Reactive Oil-Repellent Surfaces. *ACS Nano* 2017, 11 (2), 2248-2256.

---