

## Stage Post-doctoral : Surfaces multi-architecturées à mouillabilité contrôlée

### Contexte du projet :

Ce stage post-doctoral est financé par le labex CEMAM.

Les surfaces à mouillabilité contrôlée présentent un grand intérêt dans de nombreux domaines applicatifs tels que l'auto-nettoyage, l'antibuée, la captation d'eau depuis l'atmosphère ou encore la prévention du développement bactérien.

Notre groupe développe depuis plusieurs années des revêtements permettant d'obtenir des surfaces superhydrophobes ou superhydrophiles. Notre approche est basée sur la combinaison de méthodes de chimie douce, par exemple la croissance de nanofils en solution liquide suivie d'une étape de fonctionnalisation de surface via des méthodes sol-gel. Ainsi, nous sommes en mesure de fonctionnaliser différents types de surfaces afin de leur conférer un angle de contact avec l'eau nettement supérieur à  $160^\circ$ . Ces surfaces se caractérisent également par un angle de roulage inférieur à  $1^\circ$  [1]. Par la suite, les conditions de synthèse de ces revêtements ont été optimisées afin de préserver les propriétés optiques des substrats fonctionnalisés. Ainsi, nous sommes désormais en mesure de réaliser des revêtements qui sont à la fois superhydrophobes et transparents. Outre leurs performances intrinsèques, ces revêtements possèdent également l'avantage de ne pas utiliser de composés fluorés, ce qui rend ces surfaces compatibles avec des applications en lien avec la biologie. Ce savoir-faire a conduit notre groupe à participer au projet international NSF-ANR REACT<sup>1</sup>. L'un des buts de ce projet est de réaliser des revêtements possédant des zones superhydrophiles et d'autres superhydrophobes afin de condenser l'eau présente dans l'atmosphère puis de la guider jusqu'à une zone où elle pourra être collectée, ceci tout en préservant ces surfaces d'un développement bactérien.

Bien que très performants, les revêtements développés au LMGP nécessitent encore quelques développements en vue de les rendre compatibles avec des applications industrielles. Ainsi, alors que les revêtements superhydrophiles gardent un angle de contact avec l'eau de  $0^\circ$  pendant plusieurs mois, l'angle de contact des revêtements superhydrophobes diminue en quelques jours, conduisant ces surfaces d'un régime superhydrophobe dit de « Cassie-Baxter », i.e. parfaitement déperlant, à un régime dit de « Wenzel », i.e. non déperlant. Plusieurs études ont montré que ce phénomène est spontanément irréversible et nécessite une énergie importante afin d'évaporer l'eau ainsi condensée [2-3]. Toutefois, des travaux récents, conduits par un groupe avec lequel nous collaborons dans le cadre du projet REACT, ont montré que cette eau condensée peut-être évaporée en conditions ambiantes grâce à l'usage d'une morphologie multi-échelle adaptée et même qu'il est possible de conserver le caractère superhydrophobe de surfaces immergées dans l'eau jusqu'à une pression de 68 bars [4].

---

<sup>1</sup> <https://react.seas.upenn.edu/>

### **Travail demandé :**

Sur la base de nos travaux préliminaires, et en accord avec les résultats récents parus dans la littérature, le travail consistera, dans un premier temps, à maintenir la superhydrophobie de nos revêtements. Par la suite, ces revêtements superhydrophobes seront combinés avec des revêtements superhydrophiles afin de réaliser des surfaces ayant une mouillabilité spatialement contrôlées. Finalement, l'aptitude de ces surfaces à mouillabilité contrôlée à collecter l'eau atmosphérique ainsi qu'à prévenir le développement bactérien sera étudiée. Afin de réaliser des surfaces multi-architecturées à mouillabilité contrôlée, l'approche privilégiée se basera sur la combinaison de réseaux de nanofils de ZnO organisés selon différents motifs, imprégnés de nano-billes de TiO<sub>2</sub>, le tout hydrophobisé à l'aide d'hexadecyltriméthoxysilane (C16).

### **Compétences attendues :**

Le (la) candidat(e) aura de fortes compétences en synthèse de matériaux inorganiques par voie liquide et en fonctionnalisation de surface ainsi qu'en caractérisation de matériaux. De bonnes capacités de synthèse des résultats, ainsi que de bonnes qualités rédactionnelles en anglais et des facilités de présentation à l'oral sont requises.

**Cadre de travail :** Labex CEMAM et projet international REACT

**Laboratoires :** LMGP en collaboration avec le LEPMI et le Liphy

**Début souhaité :** Automne 2017

**Candidature :** CV + lettre de motivation + références à David.Riassetto@grenoble-inp.fr

### **Références bibliographiques :**

- [1] Holtzinger C, Niparte B, Wächter S, Berthomé G, Riassetto D, Langlet M. "Superhydrophobic TiO<sub>2</sub> coatings formed through a non-fluorinated wet chemistry route". *Surface Science* 2013, 617: 141 – 148.
- [2] Sbragaglia M, et al., "Spontaneous breakdown of superhydrophobicity". *Phys Rev Lett* 2007, 99(15):156001.
- [3] Papadopoulos P, Mammen L, Deng X, Vollmer D, Butt HJ, "How superhydrophobicity breaks down". *Proc Natl Acad Sci USA* 2013, 110(9):3254–3258.
- [4] Prakash S., Xi E., Patel A.J., "Spontaneous recovery of superhydrophobicity on nanotextured surfaces", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2016, vol. 113 no. 20: 5508–5513