

## VERS UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION DU MOUILLAGE DYNAMIQUE SUR DES SURFACES HÉTÉROGÈNES TEXTURÉES

## TOWARDS A BETTER UNDERSTANDING OF DYNAMIC WETTING ON HETEROGENEOUS TEXTURED SURFACES

*Etablissement* **Université Paris-Saclay GS Sciences de l'ingénierie et des systèmes**

*École doctorale* **Sciences mécaniques et énergétiques, matériaux, géosciences**

*Spécialité* **Génie des procédés**

*Unité de recherche* **LGPM - Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux**

*Encadrement de la thèse* **Marie-Laurence GIORGI (detailResp.pl?resp=29967)**

*Co-Directeur* **Hervé DUVAL (detailResp.pl?resp=39673)**

**Financement** du 04-10-2021 au 04-10-2024

Contrats ED : Programme blanc GS-SIS

*Début de la thèse le* **4 octobre 2021**

*Date limite de candidature* **26 avril 2021**

### Mots clés - Keywords

---

mouillage statique et dynamique, revêtements (super-)hydrophobes, texture

static and dynamic wetting, (super-)hydrophobic coatings, texture

### Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

---

Ingénieur ou M2 en génie des procédés, avec des connaissances en physico-chimie des surfaces et interfaces et une bonne maîtrise de l'anglais.

Engineer or M2 in chemical engineering, with knowledge in physical-chemistry of surfaces and interfaces.

### Description de la problématique de recherche - Project description

---

Le contexte du sujet est la fabrication de revêtements de protection sur des substrats par immersion dans un liquide (procédé de trempage / retrait ou dip coating). Le liquide entraîné par le substrat à son émergence constitue le revêtement après sa solidification, sa cristallisation ou sa polymérisation suivant le procédé concerné (par exemple, zingage, peinture, films anti-reflets). La qualité des revêtements dépend fortement de la mouillabilité du substrat par le liquide. Un défaut présent sur le substrat, qui serait non mouillé par le liquide, peut entraîner une bulle de gaz à l'interface liquide / substrat et provoquer un manque dans le revêtement final [1].

Le sujet de thèse se propose d'étudier le piégeage de bulles d'air à l'interface entre de l'eau et des surfaces texturées, hétérogènes du point de vue du mouillage. Un système modèle transparent sera utilisé pour faciliter la visualisation.

Les grandes étapes du travail seront :

- 1) la conception des surfaces transparentes hydrophiles texturées avec des îlots hydrophobes à partir de protocoles expérimentaux de revêtements hydrophobes ou super-hydrophobes présentés dans la littérature [2]. Ces revêtements seront mis en forme dans une texturation de surface (par exemple, plots cylindriques régulièrement répartis de dimensions et d'espacement variables).
- 2) la mise au point d'un dispositif expérimental en géométrie plane ou tubulaire, permettant d'observer les bulles d'air piégées entre une goutte d'eau et les surfaces texturées. L'accent sera mis, en particulier, sur la visualisation de la ligne triple de la goutte d'eau lors de son avancée.
- 3) l'étude de l'influence de la géométrie de la texture hydrophobe (forme, dimensions, espacements) et de la vitesse de la ligne

triple en mouillage dynamique [3] sur le piégeage de bulles.

4) la compréhension et la modélisation par des lois d'échelle des phénomènes observés.

The context of the thesis project is the manufacture of protective coatings on substrates by immersion in a liquid (dip-coating process). The liquid dragged by the substrate constitutes the coating after its solidification, crystallization or polymerization (e.g. zinc coating, painting, anti-reflection films). The quality of the coating depends strongly on the wettability of the substrate by the liquid. A defect on the substrate, which is not wetted by the liquid, can entrap a gas bubble at the liquid/substrate interface and cause a defect in the final coating [1].

The thesis project proposes to study the entrapment of air bubbles at the interface between water and heterogeneous textured surfaces. A transparent model system will be used to facilitate visualization.

The main stages of the work will be:

- 1) the design of textured hydrophilic transparent surfaces with hydrophobic islands based on experimental protocols of hydrophobic or super-hydrophobic coatings presented in the literature [2]. These coatings will be shaped in surface textures (e.g. regularly distributed cylindrical islands of variable size and spacing).
- 2) the development of an experimental device in a plane or tubular geometry, allowing the observation of air bubbles trapped between a water drop and textured surfaces. Particular emphasis will be placed on the visualization of the triple line of the water drop as it advances.
- 3) the study of the influence of the hydrophobic texture geometry (shape, dimensions, spacing) and the velocity of the triple line in dynamic wetting [3] on bubble entrapment.
- 4) understanding and modelling by scale laws of the observed phenomena.

## Thématique / Domaine / Contexte

---

physico-chimie des interfaces, physique de la matière molle

Le contexte du sujet est la fabrication de revêtements de protection sur des substrats par immersion dans un liquide (procédé de trempage / retrait ou dip coating).

## Objectifs

---

Le sujet de thèse se propose d'étudier le piégeage de bulles d'air à l'interface entre de l'eau et des surfaces texturées hétérogènes du point de vue du mouillage.

## Méthode

---

microscopie optique, caméra à acquisition rapide (supérieure à 1000 images par seconde), micro-PIV, analyse d'images, graveuse laser, microscopie confocale

## Précisions sur l'encadrement - Details on the thesis supervision

---

Réunions d'avancement hebdomadaires pour les recherches, propositions et discussions 'au fil de l'eau' à propos de la formation doctorale, appui au quotidien par l'équipe technique du laboratoire LGPM.

## Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

---

Le projet sera financé par des fonds provenant de contrats industriels en cours au LGPM sur des thématiques voisines (mouillage de surfaces hétérogènes par des métaux liquides).

## Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

---

Les travaux de recherche du doctorant feront l'objet de publications scientifiques dans des revues à comité de lecture et d'au moins une communication orale dans un congrès international.

## Références bibliographiques

---

[1] M.-L. Giorgi, J. Diawara, S. Chen, A. Koltsov, J.-M. Maitigne. Influence of annealing treatment on wetting of steels by zinc alloys. *Journal of Materials Science*, 47 (2012) 8483-8495.

[2] L. Fei, Z. He, J.D. LaCoste, T. H. Nguyen, Y. Sun. A Mini Review on Superhydrophobic and Transparent Surfaces. *The Chemical Record*, 20 (2020) 1257-1268.

[3] P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré, *Gouttes, bulles, perles et ondes. Chapitre 6, Dynamique de la ligne triple*, Éditions Belin, 2002.

Dernière mise à jour le 26 février 2021