**Modélisation expérimentale et numérique du mouillage sur surfaces texturées - Application au design de surface à propriété de déperlance**

par Quentin Legrand

Les surfaces déperlantes sont recherchées pour de nombreuses applications. Dans l’industrie du textile, cette fonction est nécessaire afin d’élaborer des tissus imperméables et antitaches. Les composés fluorés, en particulier les fluorocarbones, ont été utilisés pendant longtemps afin d’obtenir ces propriétés. Cependant leur toxicité impose aujourd’hui le développement de nouvelles méthodes pour obtenir ces propriétés.

Le lien entre la texturation de surface et la mouillabilité fait de la micro-texturation une méthode pertinente pour obtenir les propriétés déperlantes. Dans cette thèse, la texturation de surface est étudiée afin d’identifier des motifs de texturation pertinents pour la déperlance des tissus. Ces motifs sont couplés à une chimie hydrophobe sans fluor composée de dendrimères. Cette étude est réalisée par une approche expérimentale couplée à un code de modélisation analytique développé à partir des modèles de la littérature.

Ces travaux s’inscrivent dans un premier temps dans une démarche bio-inspirée, avec l’étude de texturations issues de surfaces naturelles. Des surfaces modèles en PDMS sont ainsi réalisées par réplication de surfaces végétales très hydrophobes afin d’étudier l’impact de leur caractère multi-échelle sur la mouillabilité. Dans un second temps des surfaces modèles obtenues par texturation laser femtoseconde sont utilisées afin d’approfondir la compréhension du lien entre texturation de surface et mouillabilité. L’influence des géométries de textures, et notamment la pente des motifs, est ainsi étudiée. Ces surfaces modèles permettent aussi une meilleure compréhension de phénomènes mal maitrisés, tels que l’anisotropie d’étalement des gouttes sur surfaces texturées. En parallèle de ces travaux expérimentaux, une étude numérique de l’influence de la géométrie de texture est réalisée. Cette étude se fonde sur un code de modélisation analytique reprenant divers modèles pertinents. Grâce à ce code et au travers des modèles implémentés, tels que ceux d’Extrand et Marmur, des motifs pertinents pour la déperlance des polymères du textiles sont ainsi identifiés.

Finalement, à partir de ces travaux expérimentaux et numériques, sont réalisées des surfaces en nylon possédant de grandes propriétés de déperlance. Ces surfaces sont obtenues par couplage des motifs de textures identifiées, réalisés au laser femtoseconde, et d’une chimie hydrophobe sans fluor.

**Mots clés** : Mouillabilité, Déperlance, Texturation, Bio-inspiration, Polymères, Textiles, Laser femtoseconde, Dendrimères

**Experimental and numerical modeling of wetting on textured surfaces - Application to the design of surfaces with water repellent properties**

by Quentin Legrand

Water-repellent surfaces are sought after for many applications. In the textile industry, this function is necessary to produce waterproof and stain-resistant fabrics. Fluorinated compounds, in particular fluorocarbons, have been used for a long time to obtain these properties. However, their toxicity now requires the development of new methods to obtain these properties.

The link between surface texturing and wettability makes micro-texturing a relevant method to obtain water repellent properties. In this thesis, surface texturing is studied in order to identify relevant texturing patterns, coupled with fluorine-free hydrophobic chemistry, for fabric water repellency. This study is carried out by an experimental approach coupled with an analytical modeling code developed from models in the literature.

This work is firstly based on a bio-inspired approach, with the study of textures from natural surfaces. Model surfaces in PDMS are thus realized by replication of very hydrophobic plant surfaces in order to study the impact of their multiscale character on wettability. In a second step, model surfaces obtained by femtosecond laser texturing are used to further understand the link between surface texturing and wettability. The influence of the geometries of textures, and in particular the slope of the patterns, is thus studied. These model surfaces also allow a better understanding of poorly understood phenomena, such as the anisotropy of droplet spreading on textured surfaces. In parallel to these experimental works, a numerical study of the influence of the texture geometry is carried out. This study is based on an analytical modeling code that includes various relevant models. Thanks to this code and through the implemented models, such as those of Extrand and Marmur, relevant patterns for the water repellency of textile polymers are identified.

Finally, from these experimental and numerical works, nylon surfaces with high water repellency properties are realized. These surfaces are obtained by coupling the identified texture patterns, realized with femtosecond laser, and a hydrophobic chemistry without fluorine.

**Keywords**: Wettability, Deperlance, Texturing, Bio-inspiration, Polymers, Textiles, Femtosecond laser, Dendrimer