**Superhydrophobie durable d’une surface métallique par texturation de surface : développement de méthodes industrialisables pour des applications edf**

**Résumé**

Les surfaces superhydrophobes suscitent un intérêt grandissant depuis quelques décennies. En effet, elles sont présentes dans une grande diversité d’applications comme dans le cas de la prévention de la corrosion ou de la formation de biofilm, de givre ou de buée. Afin de rendre une surface superhydrophobe, il est possible de jouer sur deux paramètres : la chimie de surface, en appliquant un revêtement hydrophobe par exemple, et la topographie de surface, par texturation (laser, lithographie…). La plupart des études rapportées dans la littérature utilisent une méthode combinant ces deux aspects en modifiant la topographie de la surface dans un premier temps, puis en l’immergeant dans une solution à base de silanes et/ou fluor permettant d’atteindre une superhydrophobie robuste et d’obtenir une surface autonettoyante.

L’objectif de ces travaux de thèse est de conférer de telles propriétés à des surfaces métalliques en considérant un contexte industriel particulier. Les applications industrielles visées étant en grande partie en milieu nucléaire, le recours à la chimie est proscrit. Il est donc choisi d’utiliser la texturation par laser femtoseconde sans post-traitement chimique. La démarche scientifique déployée commence par une approche biomimétique puisque, dans la nature, beaucoup de surfaces sont superhydrophobes. Ainsi, après observation de végétaux comme le lotus ou l’euphorbe, un motif simplifié est sélectionné pour être reproduit sur les surfaces métalliques considérées (acier 316L et aluminium). Des études portant sur l’effet de la fluence laser, l’effet de l’environnement de texturation et de stockage ainsi que l’effet du motif texturé sont menées en suivant l’évolution de la mouillabilité dans le temps et en étudiant la chimie de surface. Ces études rapportent des surfaces ayant des angles de contact supérieurs à 130° avec des hystérèses élevées et un régime de mouillage particulier dans le cas de l’acier 316L. Des surfaces superhydrophobes sont obtenues sur l’aluminium avec des angles de contact supérieurs 150° et des hystérèses proches de 20°. La complexité des mécanismes responsables de la transition du régime hydrophile à hydrophobe est mise en lumière. Enfin, les performances de ces surfaces texturées sont testées pour des applications de prévention de la contamination et d’amélioration de la condensation.

Mots clés : mouillage, superhydrophobie, biomimétisme, texturation, laser femtoseconde, surfaces métalliques, prévention contamination

**Long-term superhydrophobicity of a metallic surface by surface texturing: development of industrializable methods for edf applications**

Abstract

Superhydrophobic surfaces have attracted attention over the past decades due to their wide range of potential applications, including in the prevention of biofilm development, corrosion, and ice formation. To give superhydrophobic properties to a surface, it is possible to play on two parameters: surface chemistry, by applying a hydrophobic coating, for example, and surface topography, by surface texturing (laser, lithography). Most of the studies reported in the literature use a method combining these two aspects by modifying the surface topography in the first step, followed by its immersion in a solution based on silanes and/or fluorine to achieve a robust superhydrophobicity and obtain a self-cleaning surface.

This thesis objective is to confer such properties to metallic surfaces in a particular industrial context. The industrial applications targeted are mainly in nuclear environments, so the use of chemistry is outlawed. Therefore, femtosecond laser texturing is chosen without chemical post-treatment. The scientific approach deployed starts with a biomimetic approach since, in nature, many surfaces are superhydrophobic. Thus, after observing plants such as lotus or euphorbia, a simplified pattern is selected to be reproduced on the metallic surfaces considered (316L stainless steel and aluminum). Studies on the effect of laser fluence, the effect of texturing environment and storage as well as the effect of the textured pattern are carried out by following the wettability evolution with time and by studying the surface chemistry.

These studies report surfaces with contact angles greater than 130° with high hysteresis and a particular wetting regime in the case of 316L stainless steel. Superhydrophobic surfaces are obtained on aluminum with contact angles greater than 150° and hysteresis close to 20°. The complexity of the mechanisms responsible for the transition from hydrophilicity to hydrophobicity is highlighted. Finally, the performance of the textured surfaces is tested for contamination prevention and condensation improvement applications.

Keywords: wetting, superhydrophobicity, biomimetics, surface texturing, femtosecond laser texturing, metallic surfaces, contamination prevention