



AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Marion CALLAU –IRAMIS/NIMBE/LIONS

**REVÊTEMENTS GLISSANTS SANS FLUOR À BASE DE SILOXANES : UNE
STRUCTURATION MULTI-ÉCHELLES DE POLYMÈRES DÉPENDANTE DE L'HUMIDITÉ.**

Mercredi 30 Novembre 2022 à 14 h

Amphithéâtre C.BLOCH (CEA - L'Orme des Merisiers)

COMPOSITION DU JURY

Yvette TRAN

Maître de Conférence, ESPCI, SIMM (UMR 7615)

Rapportrice & Examinatrice

Günter REITER

Professeur des universités, Université de Freiburg, Physikalisches
Institut (Allemagne)

Rapporteur & Examineur

Emmanuelle RIO

Professeure des universités, Université Paris Saclay, LPS (UMR 8502)

Examinatrice

Rabah BOUKHERROUB

Directeur de recherche CNRS, IEMN (UMR 8520)

Examineur

Jérémie TEISSEIRE

Ingénieur R&D, Saint-Gobain Research Paris

Examineur

Patrick GUÉNOUN

Directeur de recherche CEA, CEA Saclay (UMR 3685)

Directeur de thèse

Christophe FAJOLLES

Chercheur CEA, CEA Saclay (UMR 3685)

Co-encadrant de thèse

RÉSUMÉ/ABSTRACT

FRANCAIS :

REVÊTEMENTS GLISSANTS SANS FLUOR À BASE DE SILOXANES : UNE STRUCTURATION MULTI-ÉCHELLES DE POLYMÈRES DÉPENDANTE DE L'HUMIDITÉ.

Le mouillage d'un liquide sur une surface est une problématique récurrente au quotidien et en industrie. Pour diverses applications, les revêtements omnifuges sur lesquels un liquide quelconque glisserait sans laisser de traces sont d'un grand intérêt. Historiquement, les molécules fluorées ont largement été utilisées, car elles induisent une faible énergie de surface. Cependant, de récentes études les ont classées comme produits organiques persistants, il est donc nécessaire de trouver de nouvelles technologies plus sûres et écologiques. Ainsi, les siloxanes sont de meilleurs candidats, car ils peuvent former des surfaces de type liquide très glissantes de par la grande mobilité de la liaison Si–O–Si.

L'objectif principal de ce projet est donc d'optimiser le procédé de dépôt du revêtement à base de diméthyl-diméthoxysilane en conditions acides sur des surfaces de verre et de proposer un modèle du mécanisme moléculaire sous-jacent. Une surprenante structuration multi-échelles de la surface, fortement dépendante de l'humidité relative, a été découverte. Cette structuration joue un rôle majeur dans l'optimisation du glissement. La présence d'une couche adsorbée de polymères, très mobiles, accroît également l'aspect glissant du revêtement. Cependant, cette couche doit être stabilisée : la mobilité des polymères est telle qu'ils peuvent être évacués par le passage des gouttes de liquide.

Ce projet de thèse ouvre ainsi la voie à la fabrication de revêtements omnifuges, plus respectueux pour l'environnement et la santé. Il est en particulier possible de transposer ces travaux à d'autres substrats, en utilisant notamment une sous-couche de SiO₂.

ENGLISH:

FLUORINE-FREE SLIPPERY SILOXANE-BASED COATINGS: HUMIDITY-DEPENDANT MULTI-SCALE PATTERNING.

The wetting of a liquid on a surface is a recurrent problem in daily life and in industry. For various applications, omnirepellent coatings allowing any liquid to slide without pinning are of great interest. Historically, fluorinated molecules have been widely used as they provide a low surface energy. However, recent studies have classified them as harmful to the environment and human health, so new, safer, and environmentally friendly technologies are needed. Siloxanes are perfect candidates because they can form slippery liquid-like surfaces due to the high mobility of the Si–O–Si bond.

The main objective of this project was to optimize the coating deposition process of a siloxane (dimethyldimethoxysilane) under acidic conditions on glass surfaces and to elucidate the corresponding grafting mechanisms. A surprising humidity-dependent multi-scale patterning of the surface was discovered. These patterns play a major role in the optimization of sliding. An adsorbed polymer layer also increases the sliding properties due to the high mobility and flexibility of polymers. However, this layer has to be stabilized: polymers are so mobile that the sliding of droplets can wash them away.

This knowledge can then be adapted to other systems in order to propose greener and more relevant solutions for industry. These findings could be extended to any substrate material that can be coated with a layer of SiO₂. This PhD project, thus, paves the way for the manufacture of a range of omnirepellent coatings, that are less detrimental to the environment and human health.