



**CENTRALE
LYON**

Avis de Soutenance

Madame Louise BURDIN

Matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Texturation multifonctionnelle et bioinspirée de pièces polymères microinjectées

dirigés par Monsieur Stéphane BENAYOUN

Soutenance prévue le **lundi 08 décembre 2025** à 9h00

Lieu : 36 avenue Guy de Collongue 69130 Ecully

Salle : Amphi 2

Composition du jury proposé

M. Stéphane BENAYOUN	Ecole Centrale de Lyon	Directeur de thèse
M. Abdou DJOUADI	Université de Nantes	Rapporteur
M. Frédéric GUITTARD	Université de Côte d'Azur	Rapporteur
Mme Agnès AYMONIER	Roxel	Examinatrice
M. Sylvain DEVILLE	ILM	Examineur
M. Julien JUMEL	ENSTA Bretagne	Examineur
Mme Anne-Catherine BRULEZ	ITECH	Co-encadrante de thèse
M. Jean-Louis LECLERCQ	INL	Invité

Mots-clés : Mouillage, Superhydrophobie, Glaciophobie, Bioinspiration, Photolithographie, Injection

Résumé :

L'accrétion de la glace sur des équipements exposés à de faibles températures, telles que les ailes d'avion, les câbles électriques ou les pales d'éoliennes, constitue un enjeu majeur en raison des risques et des dégradations qu'elle engendre. Les solutions actives existantes, comme l'utilisation de liquides de dégivrage, restent coûteuses, énergivores et néfastes pour l'environnement. Dans ce contexte, les stratégies passives, visant à élaborer des surfaces dotées de propriétés glaciophobes, suscitent un intérêt croissant. Parmi elles, les surfaces superhydrophobes, qui peuvent s'obtenir par texturation, sont particulièrement prometteuses. Cependant, la diversité et la complexité des mécanismes impliqués conduisent à des résultats parfois contradictoires dans la littérature, ce qui explique qu'aucune solution réellement industrialisable n'ait encore émergé. L'objectif des travaux présentés dans ce manuscrit est de concevoir des pièces polymères superhydrophobes et glaciophobes par microinjection à partir d'empreintes de moule microtexturées. L'étude bioinspirée réalisée sur les ailes du papillon *Morpho peleides* montre que de telles surfaces peuvent constituer une source d'inspiration pour concevoir des surfaces glaciophobes. Toutefois, la complexité multi-échelle de ces structures naturelles a conduit à privilégier des motifs plus simples (réseaux carrés de plots cylindriques) et reproductibles industriellement. Une étude statistique, basée sur une analyse en composantes principales, a montré que la pente des motifs constituait un paramètre clé pour maintenir un état superhydrophobe. Cette étude a également permis de définir les paramètres topographiques des motifs à texturer sur les empreintes du moule d'injection. La texturation a été réalisée à partir des technologies de microfabrication de composants de la microélectronique (photolithographie, gravures et dépôts plasma, ...). Un protocole spécifiquement développé pour l'acier des empreintes du moule consiste en une gravure plasma {Cl₂/Ar} suivie d'un post-traitement {H₂}, destiné à éliminer les chlorures non volatils et à limiter la corrosion. La protection contre cette dernière a été renforcée par un dépôt de Cr/CrN, recouvrant uniformément les empreintes et présentant une bonne adhérence et une excellente tenue mécanique. Ce protocole a permis d'obtenir des motifs de dimensions micrométriques, avec des profondeurs de l'ordre de la dizaine de microns, qui ont ensuite été fidèlement répliqués, et ce de manière répétable, sur les pièces plastiques par microinjection. Les essais ont par ailleurs montré que la vitesse d'injection constituait un paramètre clé pour assurer une bonne qualité de réplique. Les propriétés glaciophobes ont ensuite été caractérisées à l'aide d'un banc d'essais spécialement développé, intégrant la mesure du temps de retard au gel et de l'adhésion de la glace dans un environnement à humidité contrôlée. Les résultats ont montré qu'un angle de contact élevé ne constituait pas un critère suffisant pour prédire les performances glaciophobes. Au contraire, une faible densité de lignes de contact et une faible hystérèse se sont révélées essentielles pour retarder l'apparition du gel et réduire l'adhésion de la glace respectivement. Enfin, les essais de durabilité ont mis en évidence la robustesse des pièces injectées, les textures ne présentant aucun endommagement après de nombreuses sollicitations mécaniques. Ces travaux démontrent la pertinence de multifonctionnaliser la surface des pièces tout en limitant les étapes de fabrication, afin de maîtriser les coûts et de réduire l'empreinte environnementale des procédés. Ils ouvrent également des perspectives pour la conception de surfaces glaciophobes multifonctionnelles, en soulignant la nécessité d'explorer de nouvelles géométries, d'évaluer différents polymères et d'élargir les conditions expérimentales pour mieux représenter les environnements réels en milieu froid.