

Dynamique de mouillage d'un pont capillaire avec solidification sur une surface en translation

Rémy HERBAUT¹, Philippe BRUNET¹, Laurent LIMAT¹ & Laurent ROYON²

¹ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), UMR 7057 CNRS & Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, 75013 Paris, France

² Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain (LIED), UMR 8236 CNRS & Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, 75013 Paris, France

remy.herbaut@univ-paris-diderot.fr

En période hivernale, la solidification de gouttes d'eau ou l'apparition de givre sur des surfaces telles que les ailes d'avions ou les chaussées sont des situations empêchant le bon fonctionnement de ces équipements. Plusieurs méthodes de dégivrage (jet de glycol) et de protections « antigivre » par des traitements de surface sont proposées sans pour autant donner entière satisfaction sur le moyen et long terme.

Cette étude expérimentale s'inscrit dans ce cadre général et a pour objectif de caractériser la solidification d'une goutte d'hexadécane qui est mise en contact avec une surface plane froide à une vitesse constante, contrôlée précisément. Un dispositif expérimental a été spécialement développé pour visualiser le processus de ligne de contact dynamique dans un environnement contrôlé en température et en humidité. Une cellule à effet Peltier montée sur une platine motorisée en translation permettant d'imposer respectivement la vitesse V et la température T_p d'un wafer de silicium, sur laquelle repose le pont capillaire. Une caméra, disposée latéralement, enregistre le liquide en cours de solidification. Ce pont capillaire est alimentée en continu au moyen d'un injecteur de diamètre 1mm, relié à un pousse-seringue. Un traitement de surface (greffage de fluorosilane en monocouche assemblée (SAM)) a été appliqué afin de conférer des propriétés de mouillage partiel, avec faible hysteresis, à la surface du substrat.

Une étude paramétrique sur les grandeurs thermiques et hydrodynamiques (température et vitesse de la plaque) est présentée. Elle met clairement en évidence deux régimes : un régime où la goutte reste accrochée sur la plaque en raison d'une solidification au niveau de sa ligne triple avec un phénomène de stop-and-go observé de manière périodique ou intermittente, et un régime où la dynamique de la ligne de contact domine sur la solidification du liquide. Cette première étude permet d'évaluer la cinétique du front de solidification au sein de la goutte, et d'établir une relation phénoménologique entre la vitesse limite qui sépare les deux régimes observés et l'écart de température $\Delta T = T_s - T_p$, avec T_s la température de solidification de goutte.