Le premier revêtement glaciophobe nanostructuré pour

Professeur M. Farzaneh, titulaire Chaires CIGELE et INGIVRE

RECHERCHE SUR LE GIVRAGE À L'UQAC

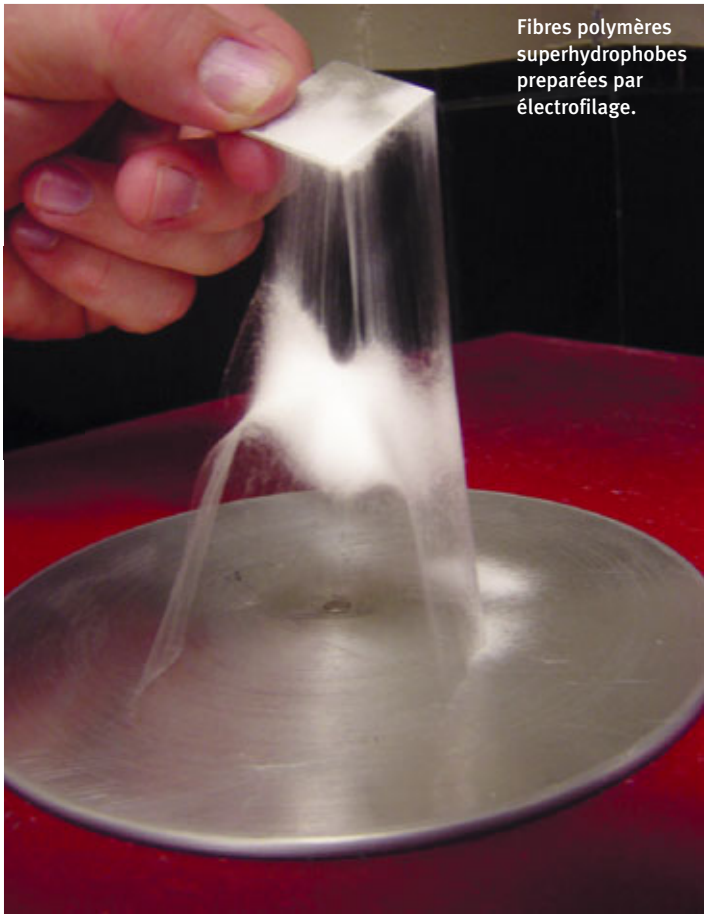
L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) possède le plus important centre de recherche mondial sur le givrage atmosphérique. Ce centre a été reconnu officiellement comme tel en 2005 lorsque son instigateur, le professeur Masoud Farzaneh, a remporté le Prix Léo-Deriks du CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada). Et cela n'est pas le fruit du hasard, car des chercheurs de l'UQAC se penchent depuis plus d'une trentaine d'années sur cette problématique. L'excellence de leurs recherches avait mené à la création, en septembre 1997, de la Chaire de recherche industrielle sur le givrage atmosphérique des équipements des réseaux électriques (CIGELE), en partenariat avec Hydro-Québec et grâce à une importante subvention du CRSNG. Toutefois, c'est la tempête de verglas de janvier 1998, avec ses conséquences socioéconomiques désastreuses gravées à jamais dans notre mémoire collective, qui a été l'élément déclencheur de la mise en place, en 2000, de laboratoires de recherche sur le givrage dotés d'équipements à la fine pointe de la technologie. Il s'agit des laboratoires de simulation des précipitations givrantes, de physique des décharges, de haute tension, de modélisation et simulations numériques, des nanomatériaux, de l'ingénierie des surfaces et des basses températures (jusqu'à -60 °C). Aujourd'hui, ces laboratoires sont utilisés par une centaine d'étudiants, de professeurs et de chercheurs industriels du Canada et de l'étranger, tous collaborateurs ou partenaires industriels de la CIGELE.

L'équipe du laboratoire des nanomatériaux et de l'ingénierie des surfaces.

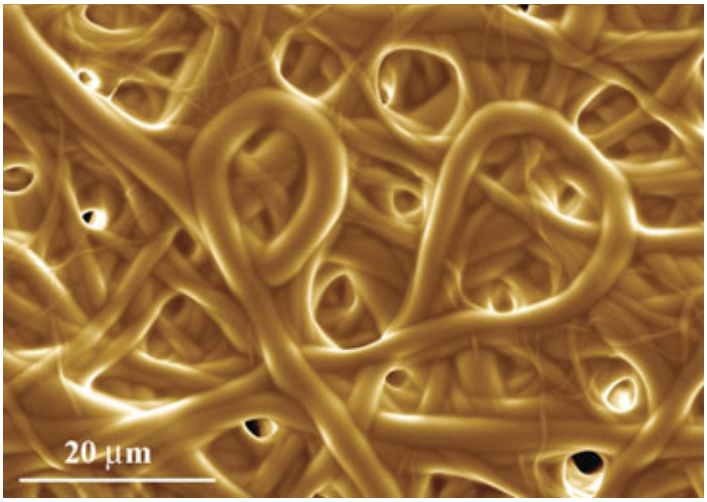
la protection des réseaux électriques

Grâce à ces infrastructures uniques et à la formidable équipe de recherche du professeur Farzaneh, il a été possible de réaliser des avancées majeures dans ce domaine et de trouver des solutions novatrices et pratiques qui ont permis de rehausser la fiabilité de la transmission et de la distribution de l'énergie électrique dans des conditions de givrage. Parmi celles-ci, on note le premier modèle de prévision de l'arc de contournement, sélectionné comme l'une des 10 découvertes les plus importantes de 1999 par la revue *Québec Science*, qui a permis la conception d'isolateurs de poste plus performants dans des conditions de givrage, qui sont maintenant utilisés dans les nouveaux postes 735 kV d'Hydro-Québec.

Les résultats de la recherche et des innovations technologiques à la CIGELE sont utilisés par plusieurs organismes internationaux, notamment IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) et CIGRÉ (Conseil International des Grands Réseaux Électriques) pour l'établissement de guides pratiques, de normes et de standards destinés aux fabricants d'équipements, aux concepteurs de lignes aériennes ainsi qu'aux transporteurs et distributeurs de l'énergie électrique aux quatre coins du monde.



Fibres polymères superhydrophobes preparées par électrofilage.



Fibres polymères superhydrophobes preparées par électrofilage (microscopie électronique à balayage).

Le premier revêtement glaciophobe nanostructuré

En plus de la CIGELE, le professeur Farzaneh s'est vu attribuer, en 2003, la Chaire de recherche du Canada, niveau 1, en ingénierie du givrage des réseaux électriques (INGIVRE). Cette chaire a été arrimée à la CIGELE, ce qui a permis non seulement d'élargir les recherches déjà entreprises, mais également d'ouvrir un nouveau champ de recherche sur la prévention des accumulations de glace sur les équipements et les structures exposés à l'aide de revêtements dits « glaciophobes » qui réduisent l'adhésion de la glace sur les surfaces protégées. Dans leur quête pour le développement de telles surfaces, les chercheurs de l'UQAC se sont inspirés des reliefs microscopiques de surfaces naturelles, comme les ailes de papillon et les feuilles de lotus, qui sont superhydrophobes, c'est-à-dire qu'elles repoussent facilement l'eau, en se basant sur l'hypothèse qu'une surface glaciophobe devrait forcément être superhydrophobe.

Les premiers revêtements superhydrophobes développés n'ont pas permis de prévenir l'accumulation de glace. Toutefois, à la suite de recherches soutenues et systématiques en faisant varier des paramètres comme la composition chimique et la rugosité de la surface, l'équipe est parvenue, en 2008, à mettre au point le premier revêtement glaciophobe nanostructuré, découverte qui a elle aussi été reconnue par *Québec Science* comme l'une de dix plus importantes cette année-là.

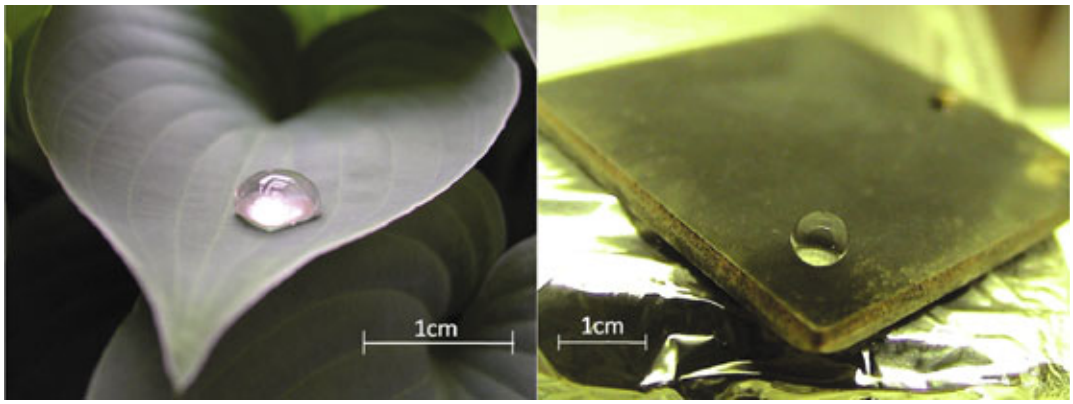
Applications et développements futurs

Les applications pratiques de telles surfaces sont variées, prometteuses et très profitables sur le plan économique. En effet, de tels revêtements, appliqués aux réseaux de transport aérien de l'énergie électrique, préviendraient les effets néfastes des tempêtes de verglas, des charges de glace sur les câbles et les conducteurs aériens, de même que les phénomènes conduisant aux bris mécaniques et à l'effondrement des lignes. De plus, leur application à d'autres équipements et structures affectés par le givrage atmosphérique, tels que les ailes d'avion, les pales d'éolienne, les ponts, les tours de télécommunication et même les voitures, ouvre d'immenses possibilités.

Photo du réacteur de déposition plasma par voie chimique.

Toutefois, même si ces développements ont permis une avancée considérable dans la compréhension du processus d'adhérence de la glace, il reste encore plusieurs étapes à franchir avant de parvenir à produire des revêtements qui vont satisfaire aux applications industrielles. C'est ainsi que la prochaine étape de cette recherche consistera particulièrement en la caractérisation des revêtements développés en ce qui concerne leur stabilité, leur durabilité et leur vieillissement, et ce, dans des environnements conformes aux conditions réelles et en vue de leur commercialisation.

www.cigele.ca
www.masoudfarzaneh.ca



La surface de cette feuille de la famille du lotus, à gauche, est superhydrophobe : l'eau se forme en gouttelettes qui roulent facilement à l'extérieur; la plaque de cuivre avec surface nanostructurée synthétisée, à droite, présente des caractéristiques similaires.