

Programme Arquluk Résumé

La construction d'infrastructure perturbe inévitablement le milieu naturel. Dans les régions de pergélisol, cette perturbation est accentuée par l'effet des changements climatiques. Des signes de dégradation des routes et des pistes d'atterrissage sont d'ailleurs de plus en plus évidents dans le Nord canadien, menaçant ainsi les capacités structurelles et fonctionnelles des infrastructures de transport. La réduction du niveau de service et, dans les cas extrêmes, l'interruption du service pourraient avoir des conséquences sociales et économiques considérables sur les communautés nordiques ainsi que sur les sociétés impliquées dans le développement du Nord. Dans ce contexte, maintenir des infrastructures de transport stables et sécuritaires est un défi de taille en ingénierie.

Le programme de recherche en ingénierie nordique ARQULUK a mis l'accent sur le développement de solutions rentables pour la conception et la gestion d'infrastructures de transport construites sur le pergélisol, améliorant ainsi les capacités actuelles d'adaptation aux changements climatiques. Il a été élaboré sur la base des besoins des intervenants impliqués dans le développement et la gestion des infrastructures de transport du Nord. Les 12 partenaires privés et publics du programme proviennent d'ailleurs de groupes variés tels les administrations routières, les firmes de génie-conseil et l'industrie de la construction. Les objectifs du programme de recherche étaient d'apporter une meilleure compréhension des facteurs contribuant à la dégradation du pergélisol, d'améliorer les techniques d'investigation du pergélisol sensible au dégel pour localiser et caractériser les zones problématiques et, de développer des outils de conception et des techniques de protection rentables. En répondant à ces objectifs, le programme apporte un soutien au développement et au maintien de services de transport stables et économiques à long terme et ce, en comblant le fossé entre la recherche fondamentale et les besoins pratiques d'ingénierie.

Les cinq années de recherche du programme ont permis de former plusieurs étudiants de 1^{er}, 2^e et 3^e cycles universitaires qui répondent aux besoins d'experts qualifiés principalement dans le domaine de la conception et de la maintenance, mais aussi au niveau de la gestion d'infrastructures de transports nordiques, qui est l'un des obstacles majeurs au développement social et économique du Nord canadien. Des intervenants du Nord ont également été formés, dont les ingénieurs et le personnel des partenaires industriels, grâce à du travail collaboratif, au Symposium Arquluk et à l'élaboration de lignes directrices techniques.

Les réalisations du programme comprennent la méthode géophysique de microgravimétrie qui permet de détecter la glace dans le sol par différence de masse avec le sol environnant, et une méthode de traitement des données de profils longitudinaux effectués sur des infrastructures existantes pour localiser les dégradations liées au pergélisol. Le prototype d'un nouveau carottier, faisant l'objet d'un brevet canadien, a été conçu et fabriqué pour permettre la mesure des propriétés de consolidation au dégel du sol, directement au site étudié durant le forage. Il a également été montré que l'effet du passage des véhicules lourds (fluage dynamique) est à considérer pour les remblais de faible épaisseur; ainsi, deux abaques permettent d'évaluer les tassements dus au fluage statique et dynamique.

Les gestionnaires d'infrastructures nordiques pourront maintenant travailler avec un outil pratique d'évaluation du risque (hasard et conséquences) à partir du logiciel Excel et, lorsqu'une méthode de mitigation est requise pour préserver le pergélisol sous-jacent, leur choix d'adaptation sera guidé par un arbre de décision pour sélectionner la meilleure technique à appliquer compte tenu du contexte et des besoins locaux. De plus, grâce à un modèle de calcul simple développé dans le logiciel Excel, les intervenants nordiques pourront rapidement évaluer la pertinence d'utiliser un revêtement à albédo élevé, à partir des températures de surface et de la pénétration du dégel. Puis, des abaques permettront d'utiliser la hauteur du remblai (rechargement) et/ou la modification de l'albédo de la surface pour atteindre une stabilisation thermique et ainsi limiter les dégradations du pergélisol et donc de l'infrastructure de transport.

Le programme a également amélioré les connaissances sur le rôle de l'eau et de la neige dans la dégradation du pergélisol d'un point de vue transfert de chaleur. Les approches développées permettront aux concepteurs de déterminer la géométrie du système de drainage et le nombre optimal de passages, ainsi que les proportions requises de la pente d'un remblai où le vent et l'orientation de l'infrastructure favorisent l'accumulation de neige, ceci pour minimiser l'impact sur le pergélisol. Les concepteurs bénéficieront également de l'optimisation des critères de conception de deux techniques d'extraction de la chaleur du sol par convection d'air, soit le drain thermique et le remblai à convection d'air.

Les résultats du programme de recherche auront un impact significatif sur la qualité des routes et pistes d'atterrissage nordiques, contribuant ainsi au développement social et économique durable du Nord du Canada. Les connaissances et produits de recherche développés pourront également être exportés puisque les problèmes rencontrés au Canada affectent également le développement d'autres territoires nordiques.