

# Un cadre pour évaluer le tassement dû au dégel dans les régions de pergélisol

Zakieh Mohammadi et Jocelyn L. Hayley  
Université de Calgary, Calgary, Alberta, Canada.

**Mots-clés :** Tassement dû au dégel, déformation due au dégel, méthodes empiriques, évaluation des risques.

**C**ette recherche améliore l'évaluation du tassement dû au dégel dans les régions de pergélisol grâce à un cadre unifié et multiéchelle. En consolidant des données de laboratoire dispersées, en affinant les modèles empiriques pour les sols à gros grains et organiques et en introduisant de nouveaux indices de risque régionaux, cette recherche comble un fossé critique entre la compréhension scientifique et l'application technique. Le cadre d'évaluation du tassement du dégel intègre la cartographie des risques régionaux avec des flux de travail de prédiction spécifiques au site, soutenant une prise de décision éclairée depuis les études de faisabilité jusqu'à la conception détaillée.

## Résumé de la recherche

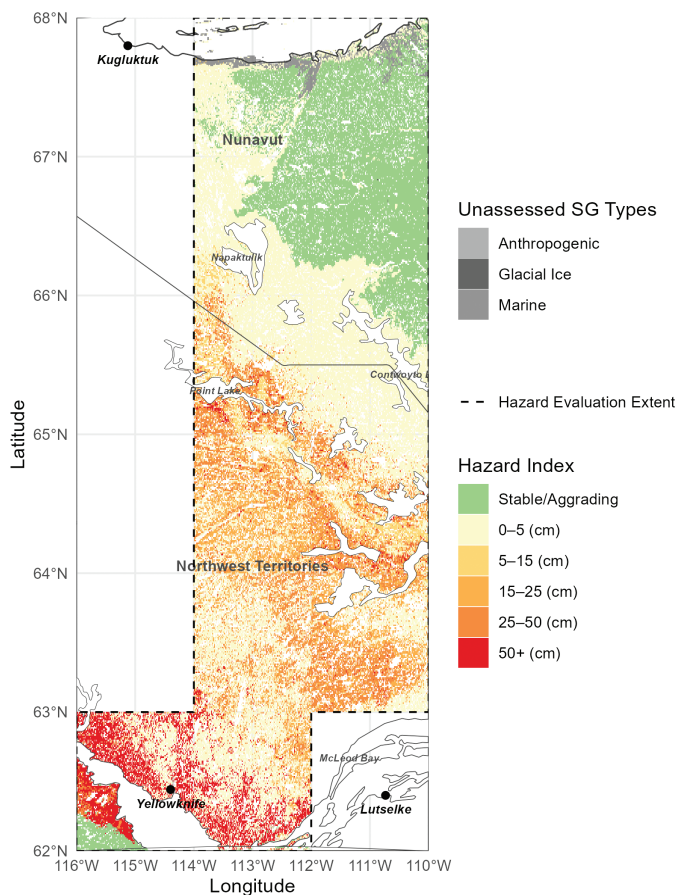
Cette recherche a abordé le manque d'outils intégrés et prêts à l'emploi pour évaluer le tassement dû au dégel à différentes échelles spatiales dans les régions de pergélisol. Un cadre d'évaluation du tassement dû au dégel a été élaboré, combinant une évaluation des risques régionaux avec une estimation de la contrainte due au dégel spécifique au site. Nous avons compilé et standardisé un vaste ensemble de données de tests de tassement au dégel, évalué les modèles empiriques existants et développé de nouveaux outils prédictifs pour les sols à gros grains et hautement organiques.

Les méthodes de cartographie des risques régionaux ont été avancées grâce à l'indice de potentiel de tassement dû au dégel (*Thaw Settlement Potential Index* ou *TSPI*) et à l'indice de risque de tassement dû au dégel (*Thaw Settlement Hazard Index* ou  $I_{TSH}$ ). Le cadre fournit quatre flux de travail structurés pour évaluer le tassement du dégel à différentes étapes d'un projet. Ces flux de travail fournissent aux ingénieurs et aux planificateurs des ressources pratiques et fondées sur des preuves pour la conception et la gestion des infrastructures dans les régions de pergélisol. En

centralisant les méthodes et en guidant les utilisateurs à travers des étapes d'évaluation cohérentes, le cadre soutient un développement d'infrastructures plus résilientes dans les régions du Nord dans des conditions climatiques changeantes.

## Passer à l'action

La mise en œuvre du cadre d'évaluation du tassement dû au dégel peut directement soutenir la planification proactive des infrastructures dans les régions de pergélisol. À l'échelle régionale, la cartographie des risques à l'aide des modèles *TSPI* et  $I_{TSH}$  pourrait être utilisée lors de la sélection précoce des projets pour signaler les zones à forte vulnérabilité et guider les enquêtes sur le terrain. À l'échelle du site, les nouveaux outils empiriques pour les sols à gros grains et organiques peuvent être appliqués avec des données de propriétés d'indice facilement disponibles, améliorant ainsi les estimations de tassement sans tests approfondis en laboratoire. Des ensembles de données en libre accès et des flux de travail standardisés pourraient être adoptés pour garantir la cohérence et la reproductibilité. La collaboration continue entre chercheurs, ingénieurs et planificateurs



**Figure 1** : Carte des risques de tassement dû au dégel de la Province géologique des Esclaves, créé à l'aide de l'indice de risque de tassement dû au dégel ( $I_{TSH}$ ). L'indice combine la profondeur de dégel projetée (exprimée en termes de changements dans l'épaisseur de la couche active)  $\Delta ALT$  avec l'indice de potentiel de déformation au dégel ( $TSP$ ) pour identifier les zones les plus sensibles au tassement lié au dégel.

permettra d'affiner ces méthodes à mesure que de nouvelles projections climatiques, une cartographie de la glace au sol et des données de test émergeront. L'adoption du cadre peut prolonger la durée de vie des infrastructures, réduire les coûts d'entretien et renforcer la résilience des communautés du Nord.

## Liens avec d'autres projets

**1** **5** Ce projet fait partie du Thème 1 — *Caractérisation du pergélisol* et directement pertinent pour le thème 5 — *Adaptation au dégel du pergélisol*.

## Partenaires, membres de l'équipe et soutien

Ce travail a bénéficié de la précieuse contribution des membres du réseau PermafrostNet CRSNG, Alexandre Chiasson, Daniel Fortier et Nicholas Brown.

## Reconnaitssances, remerciements et financement

Ce travail a été soutenu par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et le PermafrostNet CRSNG. Les données compilées qui ont soutenu la base de données et éclairé le développement de nouveaux outils empiriques ont été rendues disponibles grâce aux contributions des collecteurs de données et des institutions d'origine, notamment le Projet de gazoduc de l'Arctique (années 1970), le Centre d'études nordiques (Université Laval) et le Centre de recherche du Yukon (Collège du Yukon).

## Références

- Z. Mohammadi et J. L. Hayley, « [Qualitative evaluation of thaw settlement potential in permafrost regions of Canada](#) ». *Cold Regions Science and Technology*, 216, 104005, 2023.
- Z. Mohammadi et J. L. Hayley, « [Permafrost thaw settlement dataset \(Version 1.2.1\)](#) », ensemble de données, Zenodo, 2024.
- Z. Mohammadi et J. L. Hayley, « [Estimating thaw settlement of coarse-grained permafrost sediments](#) », *Canadian Geotechnical Journal*, 62(1), 1-18, 2024.
- MZ. Mohammadi et J. L. Hayley, « [Compilation and analysis of thaw settlement test results: Implications for prediction tools and stress-strain characterization in permafrost](#) ». *Earth System Science Data*, 17, 3921-3947, 2025.
- MZ. Mohammadi et J. L. Hayley, *Regional evaluation of thaw settlement hazard in the Slave Geological Province*, conférence GeoManitoba 2025, Winnipeg, Manitoba, Canada, 2025.

