



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 9262f**

**Modélisation de la glace de sol dans la région du Kivalliq
(Nunavut)**

**H.B. O'Neill, S.A. Wolfe, C. Duchesne, R.J.H. Parker, R. Frappier
et A.-M. Leblanc**

2025

Canada 

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 9262f

Modélisation de la glace de sol dans la région du Kivalliq (Nunavut)

**H.B. O'Neill¹, S.A. Wolfe¹, C. Duchesne¹, R.J.H. Parker¹,
R. Frappier² et A.-M. Leblanc¹**

¹ Ressources naturelles Canada, Commission géologique du Canada, 601, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E8

² Département de géographie, environnement et géomatique, Université d'Ottawa, 60 Université,
Ottawa (Ontario) K1N 6N5

2025

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre des Ressources naturelles, 2025

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCAN) et que la reproduction n'a pas été faite en association avec RNCAN ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de RNCAN. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec RNCAN à copyright-droitdauteur@nrcan-rncan.gc.ca.

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir du Dépôt ouvert des sciences et technologie de RNCAN (<https://ostrnrcan-dostrncan.canada.ca>).

Notation bibliographique conseillée

O'Neill, H.B., Wolfe, S.A., Duchesne, C., Parker, R.J.H., Frappier, R. et Leblanc, A.-M., 2025. Modélisation de la glace de sol dans la région du Kivalliq (Nunavut); Commission géologique du Canada, Dossier public 9262f, 1 fichier .zip. <https://doi.org/10.4095/pap4d9dxtj>

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.

ISSN 2816-7163
ISBN978-0-660-79981-0
N° de catalogue M183-2/9262F-PDF
<https://doi.org/10.4095/pap4d9dxtj>

Résumé

Le Kivalliq, au Nunavut, est une région où l'on propose beaucoup de projets de développement des infrastructures, y compris un lien hydroélectrique et de fibre optique de 1 200 km à partir du sud du Canada. Il est important de connaître l'état de la glace de sol pour évaluer les effets potentiels des changements climatiques et du dégel du pergélisol sur les infrastructures existantes et prévues. Cependant, il existe peu d'information sur la glace de sol pour cette région. La Commission géologique du Canada (CGC) a actualisé la cartographie de la glace de sol à l'échelle canadienne et mis à l'essai le cadre de modélisation à des échelles régionales au moyen d'une cartographie plus détaillée de la géologie de surface tirée des cartes géoscientifiques du Canada. Les résultats de la modélisation illustrent l'abondance relative estimée de la glace relique (glace glaciaire enfouie), de la glace de ségrégation et de la glace de fente en coin dans les cinq mètres supérieurs du pergélisol. Nous fournissons ici des fichiers de données spatiales pour la modélisation de la région du Kivalliq d'après une cartographie normalisée de la géologie de surface à l'échelle 1/125 000. Pour cette région, la routine de modélisation a été mise à jour afin d'inclure la dernière interprétation des limites marines régionales maximales après la déglaciation, ce qui devrait améliorer la précision de la sortie du modèle de la glace relique. Les résultats du modèle prévoient la présence de glace relique dans quelques zones au-dessus de la limite marine postglaciaire. Une abondance élevée de glace de ségrégation se trouve dans les dépôts marins fins sous la limite marine. Cette abondance est modélisée comme étant moyenne ou faible dans des dépôts de till plus épais. L'abondance de glace de fente en coin est modélisée comme négligeable ou faible, surtout parce que le terrain est exposé depuis une période relativement courte après la déglaciation. Bien que l'abondance relative soit souvent modélisée comme négligeable, la glace de fente en coin représente un aléa localisé pour les infrastructures en raison du tassement différentiel qui accompagne la dégradation du pergélisol dans les sols polygonaux.

Introduction

L'information sur la glace de sol est essentielle pour évaluer la stabilité du terrain dans le contexte des changements climatiques et du dégel du pergélisol (Kokelj et coll., 2023; O'Neill et coll., 2023; Smith et coll., 2022). Le présent dossier public accompagne l'article d'O'Neill et coll. (2024a) et fournit les fichiers géospatiaux des sorties de modèle de cet article. On peut se servir de cette cartographie de la glace de sol lors de la reconnaissance afin d'orienter des études de la glace de sol plus détaillées sur le terrain, dans la région du Kivalliq, au Nunavut.

Le présent dossier public comprend un fichier .zip des dossiers/fichiers suivants :

- 1) KIV_relict.zip Fichier GeoTIFF de la modélisation de l'abondance de la glace relique
- 2) KIV_seggregated.zip Fichier GeoTIFF de la modélisation de l'abondance de la glace de ségrégation
- 3) KIV_wedge.zip Fichier GeoTIFF de la modélisation de l'abondance de la glace de fente en coin
- 4) KIV_abundance.zip Fichier GeoTIFF de la modélisation de l'abondance de la glace combinée
- 5) KIV_surficial.zip Fichier GeoTIFF de la compilation de la cartographie de la géologie de surface

Les fichiers GeoTIFF sont accompagnés d'un tableau des attributs indiquant l'abondance relative de chaque type de glace, qui comprennent les catégories « aucune », « négligeable », « faible », « moyenne » et « élevée » (tableau 1). La couverture de l'eau provient sur des données à l'échelle 1/250 000. Le tableau des attributs du fichier GeoTIFF de la géologie de surface comprend les codes d'unité du modèle de données de surface de la CGC (Deblonde et coll., 2019) et les descriptions des unités sous forme de texte (tableau 2).

Tableau 1. Exemple de tableau des attributs pour les fichiers GeoTIFF sur l'abondance relative modélisée de la glace et la couverture de l'eau. Veuillez noter que le code numérique « Valeur » est un code de catégorisation.

Valeur	Class (EN)	Catégorie (FR)
0	Water	Eau
1	None	Aucune
2	Negligible	Négligeable
3	Low	Faible
4	Medium	Moyenne
5	High	Élevée

Tableau 2. Format du tableau des attributs du fichier GeoTIFF KIV_surfacial comprenant les codes des matériaux de surface (unité) et leurs descriptions (Descrip). Veuillez noter que le code numérique « Valeur » est un code de catégorisation. Les dépôts de till à prédominance de grains fins et grossiers, déterminés à partir de la géologie du substratum rocheux sous-jacent (voir les méthodes), sont indiqués par les majuscules « F » et « C » suivant le code d'unité de surface standard (p. ex. « TmC » indique une moraine de till à grains grossiers).

Valeur	Unité	Descrip (EN)	Descrip (FR)
0	Aucun	None	Aucun
1	A	Alluvial - Undifferentiated	Alluvial – indifférencié
2	Ap	Alluvial - Floodplain sediments	Alluvial – sédiments de la plaine inondable
3	GF	Glaciofluvial - Undifferentiated	Fluvioglaciaire – indifférencié
4	GFc	Glaciofluvial - Ice-contact sediments	Fluvioglaciaire – sédiments en contact avec la glace
5	GFf2	Glaciofluvial - Outwash fan sediments	Fluvioglaciaire – sédiments de cône proglaciaire
6	GFp	Glaciofluvial - Outwash plain sediments	Fluvioglaciaire – sédiments de plaine alluviale proglaciaire
7	GLd	Glaciolacustrine - Deltaic sediments	Glaciolacustre – sédiments deltaïques
8	GLn	Glaciolacustrine - Littoral and nearshore sediments	Glaciolacustre – sédiments littoraux et sublittoraux
9	L	Lacustrine - Undifferentiated	Lacustre – indifférencié
10	Ld	Lacustrine - Deltaic sediments	Lacustre – sédiments deltaïques
11	M	Marine - Undifferentiated	Marin – indifférencié
12	Mb	Marine - Blanket	Marin – manteau
13	Md	Marine - Deltaic sediments	Marin – sédiments deltaïques
14	Mi	Marine - Intertidal	Marin – zone intertidale
15	Mn	Marine - Littoral and nearshore sediments	Marin – sédiments littoraux et sublittoraux
16	Mo	Marine - Offshore	Marin – extracôtier
17	Mr	Marine - Ridged	Marin – en crête
18	Mv	Marine - Veneer	Marin – placage
19	R	Bedrock - Undifferentiated	Substratum rocheux – indifférencié
20	TF	Till - Undifferentiated (fine)	Till – indifférencié (grains fins)
21	TC	Till - Undifferentiated (coarse)	Till – indifférencié (grains grossiers)
22	TbF	Till - Blanket (fine)	Till – manteau (grains fins)
23	TbC	Till - Blanket (coarse)	Till – manteau (grains grossiers)
24	ThF	Till - Hummocky (fine)	Till – bosselé (grains fins)
25	ThC	Till - Hummocky (coarse)	Till – bosselé (grains grossiers)
26	TmF	Till - Moraine complex (fine)	Till – complexe de moraine (grains fins)
27	TmC	Till - Moraine complex (coarse)	Till – complexe de moraine (grains grossiers)
28	TpF	Till - Plain (fine)	Till – plaine (grains fins)
29	TpC	Till - Plain (coarse)	Till – plaine (grains grossiers)
30	TrF	Till - Ridged till (fine)	Till – en crête (grains fins)
31	TrC	Till - Ridged till (coarse)	Till – en crête (grains grossiers)
32	TvF	Till - Veneer (fine)	Till – placage (grains fins)
33	TvC	Till - Veneer (coarse)	Till – placage (grains grossiers)

Zone d'étude

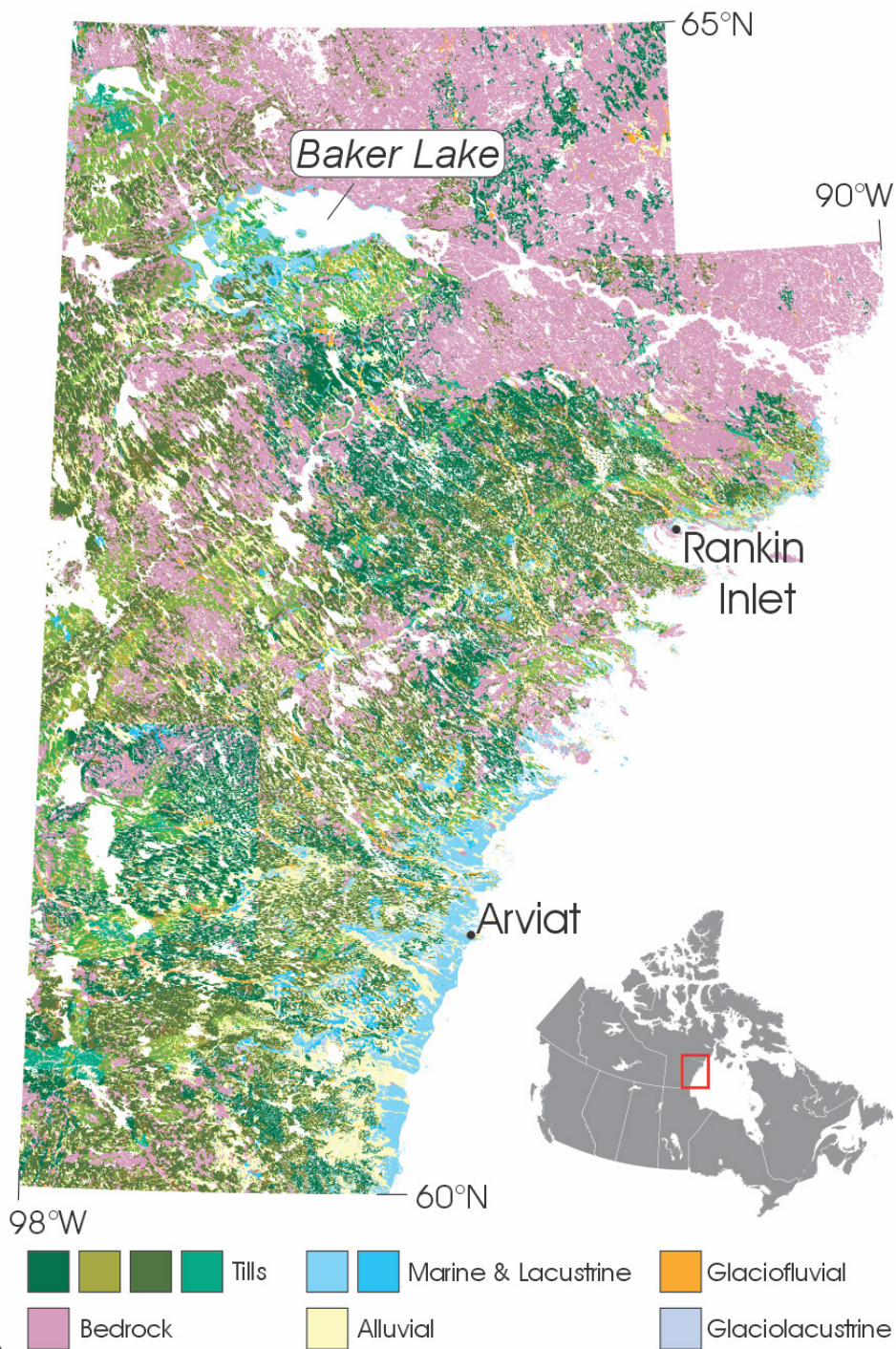
La zone d'étude s'étend de la frontière entre le Manitoba et le Nunavut (60° N) jusqu'au-delà de Baker Lake, au Nunavut (65° N), le long de la côte ouest de la baie d'Hudson, et à l'intérieur des terres jusqu'à 98° O (figure 1). La région a été couverte par l'Inlandsis laurentidien pendant la glaciation du Wisconsin. Après la déglaciation, qui s'est produite il y a 9 000 à 7 000 ans environ, l'inondation par la mer de Tyrell a atteint 170 m au-dessus du niveau moderne de la mer, s'étendant jusqu'à 150 km à l'intérieur des terres (Dyke, 2004). Le relèvement isostatique suivant la déglaciation a entraîné l'émergence et le développement subséquent du pergélisol dans les zones précédemment inondées.

La géologie de surface comprend le substratum rocheux exposé, des tills ainsi que des dépôts marins, fluvioglaciaires, glaciolacustres, lacustres et alluviaux (figure 1). Des dépôts organiques de 30 à plus de 100 cm d'épaisseur se trouvent en poches dans les terrains plats et reposent principalement sur des matériaux à grains fins (Arsenault et coll., 1981; Forbes et coll., 2014; McMartin, 2002). La topographie est peu accidentée et comprend des collines de substratum rocheux et des eskers, des moraines et des drumlins qui sont courants dans la région (McMartin et coll., 2021).

La zone d'étude se trouve dans la zone de pergélisol continu. Les températures annuelles moyennes de l'air (1990 à 2020) à Arviat, Rankin Inlet et Baker Lake sont respectivement de -8,9 °C, -10,0 °C et -10,8 °C (Environnement Canada, 2025). À Rankin Inlet, les températures moyennes annuelles du sol (2016 à 2019) près du sommet du pergélisol variaient entre -9,5 °C et -5,5 °C (LeBlanc et Oldenborger, 2021). Les températures moyennes annuelles du sol à Baker Lake de 1998 à 2003 étaient d'environ -7 °C à -8 °C (Smith et coll., 2005).

Il existe peu d'information sur l'état de la glace de sol dans cette région. Faucher et ses collaborateurs (2024) ont observé une teneur élevée en glace excédentaire dans deux carottes comprenant des sédiments marins et alluviaux, certains échantillons en contenant jusqu'à 85 %. Une plus faible teneur en glace excédentaire a été mesurée dans une carotte à prédominance de till. McQuaig et ses collaborateurs (2022) ont estimé visuellement la teneur volumétrique en glace à partir de carottes de forages le long du corridor proposé pour le lien hydroélectrique et de fibre optique du Kivalliq. Des échantillons de matière organique et de sédiments marins fins contenaient une teneur en glace modérée à élevée (jusqu'à 50 à 60 %), principalement composée de glace de ségrégation. Les sables et limons fluviaux avaient une teneur modérée en glace (10 à 20 %), tandis que le till à grains grossiers et les dépôts glaciomarins affichaient une faible teneur en glace (5 à 10 %). La présence de lobes de solifluxion sur les dépôts de délavage à grains fins peut également laisser supposer une teneur élevée en glace de ségrégation (p. ex. Oldenborger et coll., 2022).

**Kivalliq region surficial geology compilation
1:125k Canadian Geoscience Maps**



EN	FR
Kivalliq region surficial geology compilation	Compilation de la géologie de surface de la région du Kivalliq
1:125k Canadian Geoscience Maps	Cartes géoscientifiques du Canada à l'échelle 1/125 000
65°N	65° N
90°W	90° O

Baker Lake	Baker Lake
Rankin Inlet	Rankin Inlet
Arviat	Arviat
Tills	Tills
Bedrock	Substratum rocheux
Marine & Lacustrine	Dépôts marins et lacustres
Alluvial	Dépôts alluviaux
Glaciofluvial	Dépôts fluvioglaciaires
Glaciolacustrine	Dépôts glaciolacustres

Figure 1. Compilation de la géologie de surface illustrant la zone d'étude modélisée, accompagnée d'une légende simplifiée représentant les principaux types de dépôts (unités de surface uniques totales n = 33).

Des sols polygonaux, interprété comme ayant été formés dû à la présence de coins de glace, sont cartographiés de façon exhaustive le long du projet de lien hydroélectrique et de fibre optique du Kivalliq dans les sédiments fluvioglaciaires, les levées de plage et les sédiments marins sublittoraux à grains grossiers, ainsi que dans les dépôts fluviaux, marins extracôtiers et organiques à grains fins (McQuaig et coll., 2022). Des polygones bien développés sont observés dans les sédiments marins recouverts de matières organiques près d'Arviat (Forbes et coll., 2014). Des polygones de glace de fente en coin sont également cartographiés dans divers dépôts près de Rankin Inlet (McMartin, 2002; Oldenborger et coll., 2022).

Méthodes

Les détails sur la méthode de modélisation et le traitement des données pour la région du Kivalliq sont présentés dans O'Neill et coll. (2024a), et ne sont que brièvement décrits ici. Seize cartes géoscientifiques du Canada à l'échelle 1/125 000 ont permis de compiler les matériaux de surface aux fins de la modélisation (Commission géologique du Canada, 2018a, 2018b, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f, 2017g, 2017h, 2017i, 2017j, 2017k, 2017l, 2017m, 2017n). Les fichiers de forme vectoriels originaux des polygones ont été combinés et convertis en matrices de pixels de 250 m (O'Neill et coll., 2024b). Les unités de till ont été classées selon leur texture dominante – grains fins ou grossiers – d'après la géologie du substratum rocheux sous-jacent (O'Neill et coll., 2019). Par conséquent, 33 unités de surface ont été cartographiées dans la zone d'étude, qui comprend le substratum rocheux et plusieurs unités de till et de dépôts alluviaux, marins, lacustres, fluvioglaciaires et glaciolacustres (figure 1). L'information sur la géologie de surface a été modifiée sur une feuille de carte où l'on a relevé une incohérence lors de la conversion de la carte papier à la forme numérique normalisée (Commission géologique du Canada, 2018a). Sur cette feuille, les zones cartographiées principalement comme substratum rocheux avec couverture secondaire de placage de till ou de champ de pierres ont été cartographiées comme placage de till dans la version numérisée, contrairement aux feuilles de carte adjacentes. Par souci de cohérence, ces zones ont été modifiées dans le système d'information géographique (SIG) pour être cartographiées comme substratum rocheux. La géologie de surface compilée dans le présent dossier public reflète cette correction. La modélisation ne tient compte que des unités de géologie de surface primaires cartographiées, et non des unités secondaires ou de la stratigraphie sous-jacente.

Les unités de surface qui apparaissent sur la cartographie à l'échelle nationale ont conservé leurs valeurs de paramètres du modèle de la carte de la glace de sol du Canada (CGSC; O'Neill et coll., 2022). Les unités qui ne sont pas représentées se voient attribuer des paramètres fondés sur un examen des associations entre la géologie de surface et la glace de sol éclairé par les légendes des unités de cartes de la géologie de surface et les observations d'enquêtes antérieures (Faucher et coll., 2024; Forbes et

coll., 2014; p. ex. McMartin, 2002; McQuaig et coll., 2022; Oldenborger et coll., 2022; Phillips et LeBlanc, 2024), y compris celles à l'ouest de la région étudiée dans la province géologique des Esclaves (p. ex. Dredge et coll., 1999).

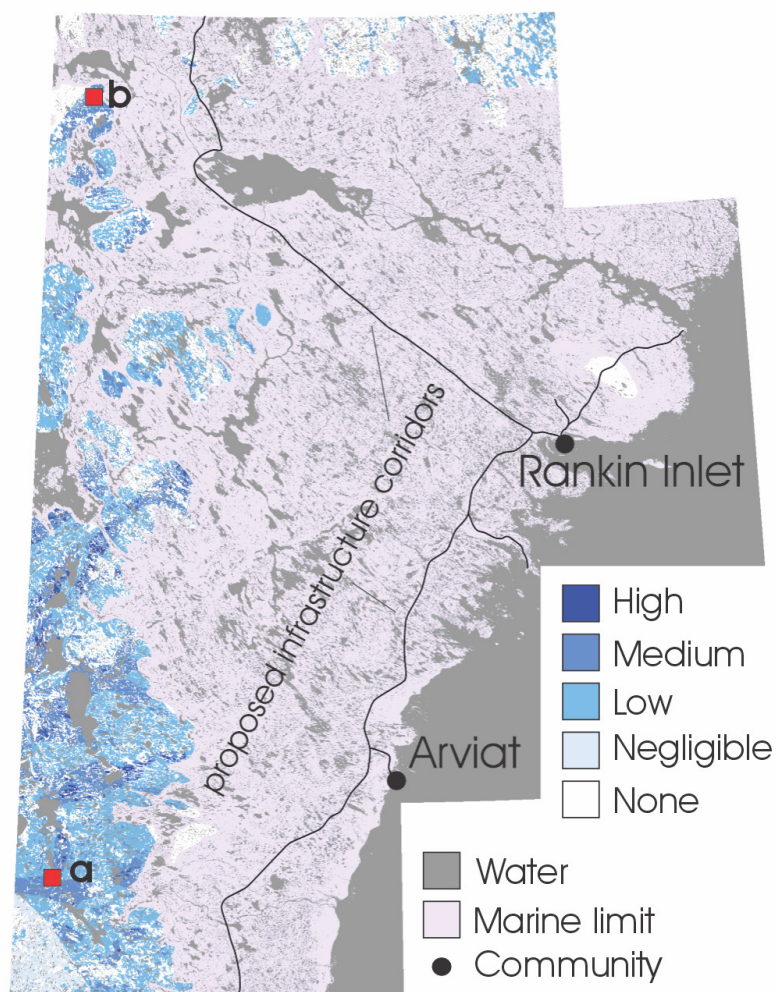
Les routines de modélisation de la CGSC sont décrites en détail par O'Neill et ses collaborateurs (2019). Contrairement à la modélisation de la CGSC, nous avons utilisé un ensemble de données géospatiales récentes sur l'inondation postglaciaire propres à la région afin de simuler la fonte de la glace relique dans des zones précédemment submergées (McMartin et coll., 2022), plutôt que la carte glaciaire du Canada (Prest et coll., 1968). Les résultats du modèle pour les trois types de glace ont été combinés à l'aide de la méthodologie présentée pour la CGSC (O'Neill et coll., 2022).

Résultats

Glace relique

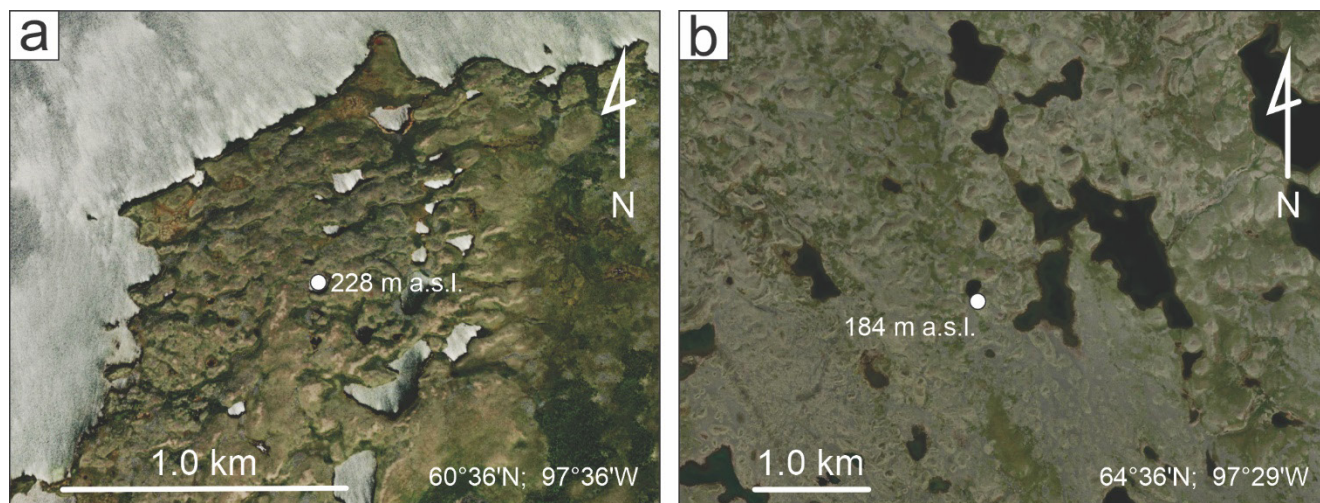
Les résultats du modèle prédisent que la glace relique (glace glaciaire enfouie) n'est présente qu'au-dessus de la limite marine maximale déterminée par McMartin et ses collaborateurs (2022), loin des collectivités côtières (figure 2). L'imagerie satellitaire fournit des signes d'un possible terrain à noyau de glace dans les zones où l'abondance de glace relique est modélisée comme étant moyenne et élevée. Ces signes comprennent une topographie irrégulière, la présence de lacs dont les rives sont abruptes en direction de la pente ascendante (ce qui peut indiquer un affaissement) et la présence d'étangs et de lacs qui pourraient être des lacs de kettle. Ces derniers pourraient indiquer une fonte passée ou actuelle de masses de glace glaciaire (O'Neill et coll., 2024a). Bien que la présence de cette glace doive être confirmée par des observations sur le terrain, dans la province géologique des Esclaves à l'ouest, des interprétations de glace glaciaire préservée ont été consignées (Subedi et coll., 2020; Wolfe, 1998; Wolfe et coll., 1997).

Relict ice



EN	FR
Relict ice	Glace relique
Proposed infrastructure corridors	Corridors proposés pour l'infrastructure
Rankin Inlet	Rankin Inlet
Arviat	Arviat
High	Élevée
Medium	Modérée
Low	Faible
Negligible	Négligeable
None	Aucune
Water	Eau
Marine limit	Limite marine
Community	Collectivité

Figure 2. Modélisation de l'abondance de la glace relique (glace glaciaire enfouie). La limite marine est tirée de McMartin et coll. (2022). Modifiée à partir d'O'Neill et coll. (2024a). Les emplacements de la figure 3 sont indiqués par des carrés rouges.



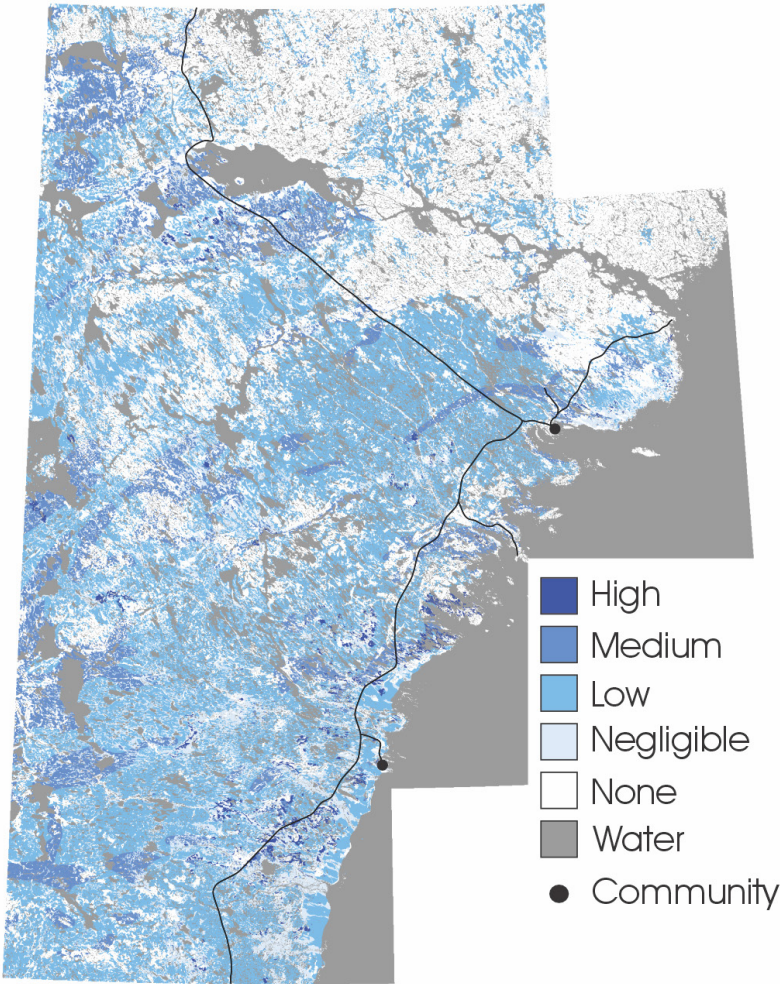
EN	FR
228 m a.s.l.	228 m ASL
60°36'N; 97°36'W	60° 36' N; 97° 36' O

Figure 3. Terrain à noyau de glace potentiel dans les zones où l'abondance modélisée de glace relique est moyenne ou élevée, au-dessus de la limite marine maximale. Les emplacements sont indiqués à la figure 2. Imagerie tirée d'ArcGIS Earth.

Glace de ségrégation

La glace de ségrégation est modélisée comme étant répandue dans la zone d'étude, sauf dans la partie nord, où la géologie de surface est principalement constituée de substratum rocheux (figure 4; figure 1). L'abondance modélisée de la glace de ségrégation reflète la sensibilité au gel des matériaux déduite à partir de l'interprétation de la granulométrie dominante pour chaque unité de surface. Cette interprétation est fondée sur des recherches sur le terrain dans la région du Kivalliq et dans la province géologique des Esclaves voisine. Par conséquent, la teneur en glace de ségrégation modélisée la plus élevée se trouve dans les sédiments marins à grains fins, tandis qu'on prédit des valeurs plus faibles pour une grande partie de la zone représentée par les tills à grains grossiers. Les unités marines à grains fins sont concentrées près de la côte de la baie d'Hudson et de Baker Lake et présentent le plus grand danger pour l'aménagement en raison du risque d'un affaissement important associé au dégel du pergélisol.

Segregated ice



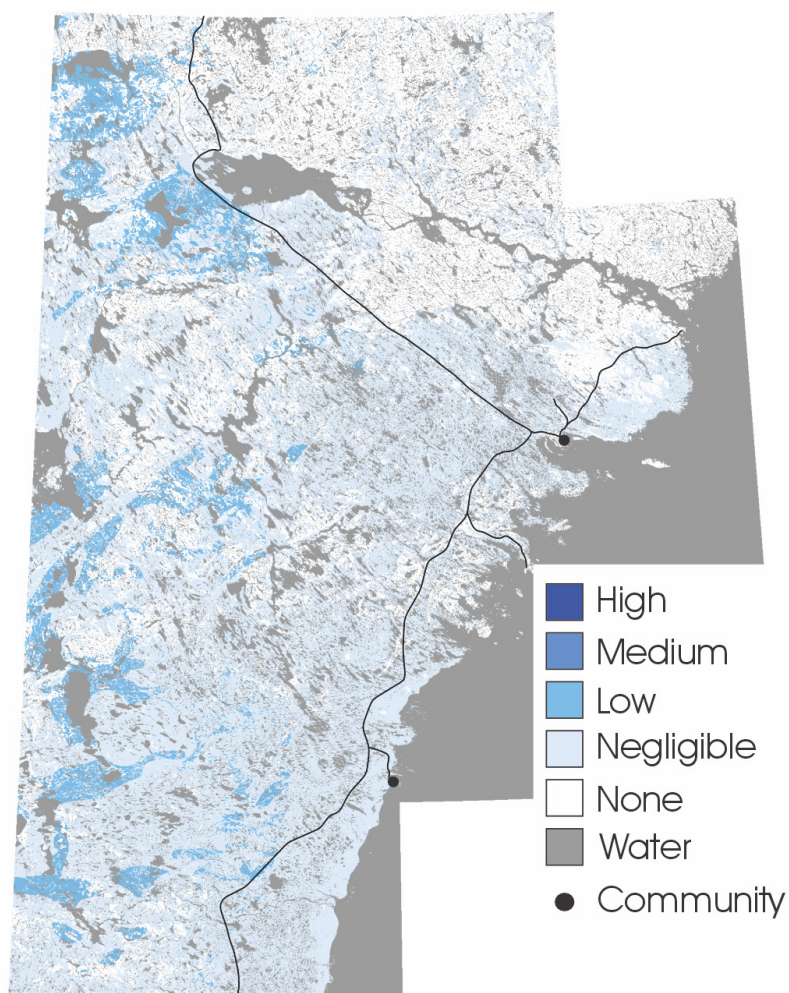
EN	FR
Segregated ice	Glace de ségrégation
High	Élevée
Medium	Modérée
Low	Faible
Negligible	Négligeable
None	Aucune
Water	Eau
Community	Collectivité

Figure 4. Modélisation de l’abondance de la glace de ségrégation, modifiée à partir d’O’Neill et coll. (2024a).

Glace de fente en coin

D'après la modélisation, la teneur en glace de fente en coin est principalement négligeable à faible en raison du temps relativement court qui s'est écoulé depuis le retrait de la mer de Tyrell pour la formation de cette glace, et de la présence prédominante de sédiments à grains grossiers dans la région (figure 5). Des estimations de la teneur volumétrique en glace de fente en coin dans les 5 m supérieurs du pergélisol, fondées sur des mesures sur le terrain et des analyses par télédétection, sont maintenant disponibles. Pour faire les estimations, on a utilisé les longueurs cartographiées de réseaux de cuvettes polygonales (figure 6), les profondeurs présumées de glace de fente en coin et les mesures sur le terrain de largeurs représentatives de glace de fente en coin. Les calculs préliminaires concordent avec la modélisation, ce qui indique généralement une abondance *relative* négligeable (0 à 2 %) de glace de fente en coin sous la limite marine (LeBlanc et coll., 2024). La faible abondance de la glace de fente en coin dans la région est attribuable à la présence de polygones généralement plus gros et de fentes en coin plus petites que dans l'ouest de l'Arctique (O'Neill et coll., 2024a). Néanmoins, étant donné que les fentes en coin constituent des masses très localisées de glace massive, elles peuvent présenter des dangers importants pour les infrastructures, peu importe où elles se trouvent (Kanevskiy et coll., 2017).

Wedge ice



EN	FR
Wedge ice	Glace de fente en coin
High	Élevée
Medium	Modérée
Low	Faible
Negligible	Négligeable
None	Aucune
Water	Eau
Community	Collectivité

Figure 5. Modélisation de l’abondance de la glace de fente en coin, modifiée à partir d’O’Neill et coll. (2024a).

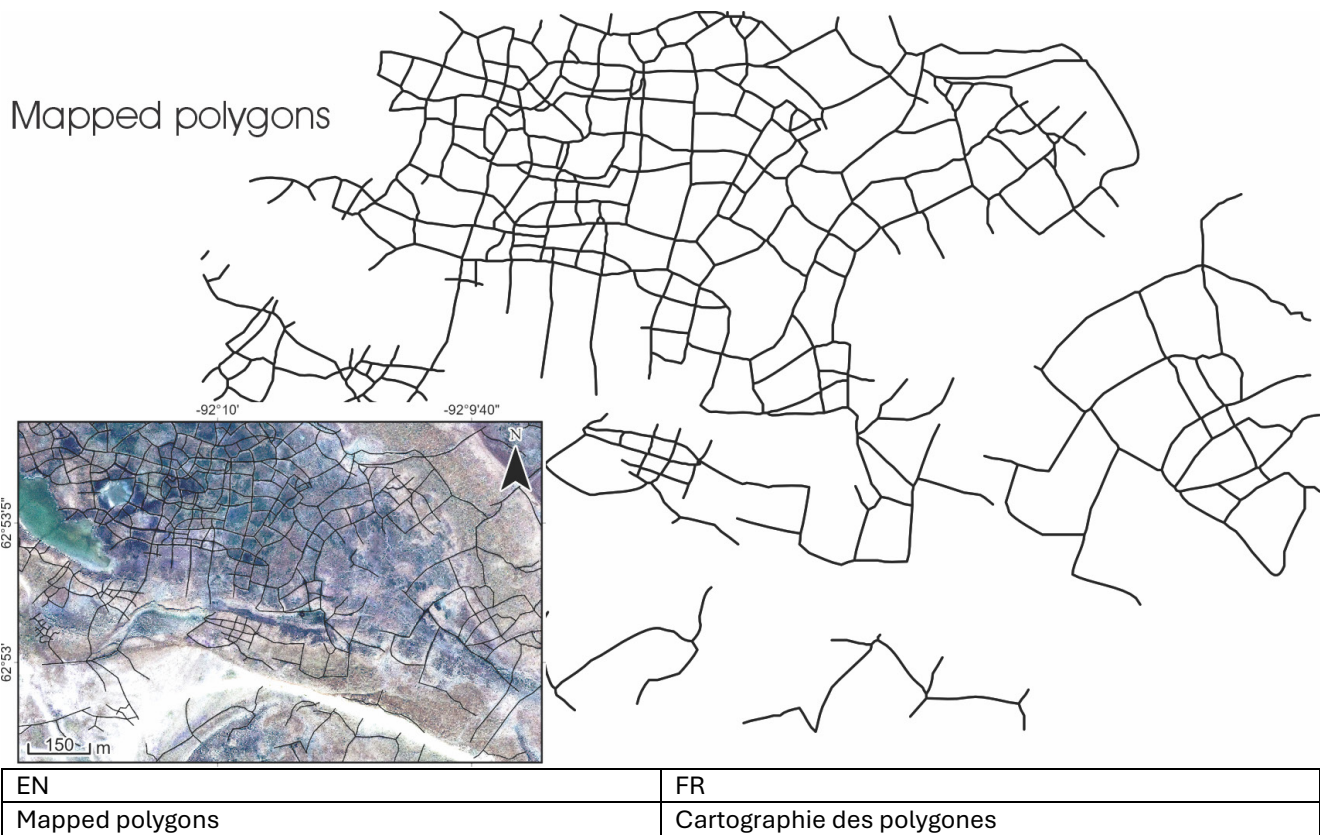


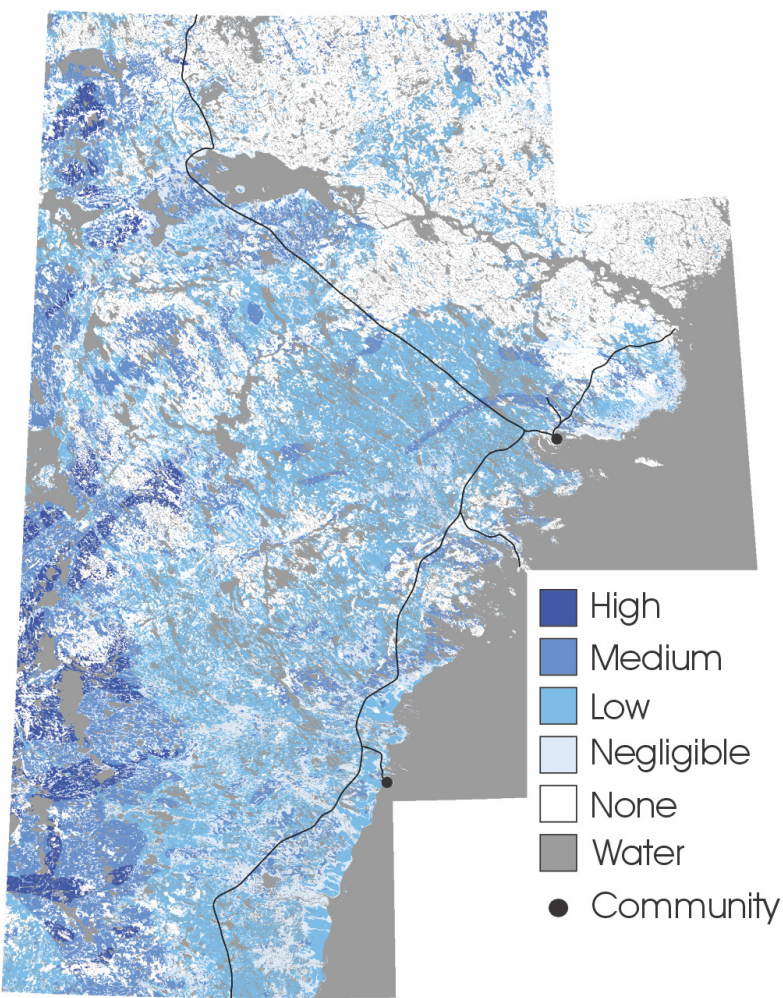
Figure 6. Exemple de cartographie d’un réseau de polygones de coins de glace dans la région du Kivalliq utilisée pour calculer la contribution volumétrique de la glace de fente en coin dans les 5 m supérieurs du pergélisol (modifiée à partir de Frappier et Vonk [2024]).

Abondance combinée de la glace de sol

D’après la carte de l’abondance combinée, le pergélisol ayant la plus forte teneur en glace excédentaire se trouve au-dessus de la limite marine maximale, où il peut y avoir de la glace relique (glace glaciaire enfouie), où l’on prévoit l’abondance relative de glace de fente en coin la plus élevée de la région (faible)

en raison de la période plus longue depuis la déglaciation ou la décrue marine, et où une abondance modérée de glace de ségrégation est modélisée dans les dépôts de till à grains fins (figure 7). Cependant, près des collectivités situées sous la limite marine, on prévoit que les sédiments marins à grains fins auront une forte teneur en glace de ségrégation et qu’ils contiendront de la glace de fente en coin. Ces matériaux sont probablement les milieux les plus sensibles au dégel près de la côte. Bien que les estimations actuelles des volumes de glace de fente en coin faites sur le terrain et par modélisation soient beaucoup plus faibles dans la région du Kivalliq que dans l’ouest de l’Arctique (O’Neill et coll., 2024a), la glace de fente en coin présente des défis pour la stabilité des infrastructures en raison du tassement différentiel localisé qui accompagne le dégel du pergélisol dans les sol polygonaux et des problèmes potentiels associés à la retenue d’eau lorsque les voies de ruissellement sont modifiées (Kanevskiy et coll., 2022).

Combined abundance



EN	FR
Combined abundance	Abondance combinée
High	Élevée
Medium	Modérée
Low	Faible

Negligible	Négligeable
None	Aucune
Water	Eau
Community	Collectivité

Figure 7. Modélisation de l'abondance combinée de la glace de sol (glace relique + de ségrégation + de fente en coin). Voir O'Neill et coll. (2022) pour la méthodologie de combinaison. Modifiée à partir d'O'Neill et coll. (2024a).

Références

- Arsenault, L., Aylsworth, J.M., Cunningham, C.M., Kettles, I.M., Shilts, W.W., 1981. Surficial geology, Eskimo Point, District of Keewatin. Preliminary Map 8-1980. <https://doi.org/10.4095/119389>
- Deblonde, C., Cocking, R.B., Kerr, D.E., Campbell, J.E., Eagles, S., Everett, D., Huntley, D.H., Inglis, E., Parent, M., Plouffe, A., Robertson, L., Smith, I.R., Weatherston, A., 2019. Surficial Data Model: the science language of the integrated Geological Survey of Canada data model for surficial geology maps (Open File No. 8236). Geological Survey of Canada, Ottawa, ON, Canada. <https://doi.org/10.4095/315021>
- Dredge, L.A., Kerr, D.E., Wolfe, S.A., 1999. Surficial materials and related ground ice conditions, Slave Province, N.W.T., Canada. *Can. J. Earth Sci.* 36, 1227–1238. <https://doi.org/10.1139/e98-087>
- Dyke, A.S., 2004. An outline of North American deglaciation with emphasis on central and northern Canada, in: *Developments in Quaternary Sciences*. Elsevier, pp. 373–424. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(04\)80209-4](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(04)80209-4)
- Environment Canada, 2025. Canadian Climate Normals [WWW Document]. URL https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/index_e.html (accessed 2.26.25).
- Faucher, B., LeBlanc, A.-M., Oldenborger, G.A., Carrière, E., Lacelle, D., Letellier, P., 2024. Ground ice content of the active layer and near-surface permafrost in the Rankin Inlet area, Nunavut, Canada, in: *Proceedings of the 12th International Conference on Permafrost*. Canadian Permafrost Association, Whitehorse, Canada, pp. 79–86. <https://doi.org/10.52381/ICOP2024.80.1>
- Forbes, D.L., Bell, T., James, T.S., Simon, K.M., 2014. Reconnaissance assessment of landscape hazards and potential impacts of future climate change in Arviat, southern Nunavut (Canada-Nunavut Geoscience Office, Summary of Activities 2013). Canada-Nunavut Geoscience Office, Iqaluit, NU.
- Frappier, R., Vonk, J.E., 2024. Characterization of an “open” ice-wedge polygons network, Rankin Inlet, Nunavut, Canada.
- Geological Survey of Canada, 2018a. Reconnaissance surficial geology, Tehery Lake, Nunavut, NTS 56-C. Canada Geoscience Map 343. <https://doi.org/10.4095/306595>
- Geological Survey of Canada, 2018b. Surficial geology, Baker Lake, Nunavut, NTS 56-D. Canada Geoscience Map 329. <https://doi.org/10.4095/306210>
- Geological Survey of Canada, 2017a. Reconnaissance surficial geology, Dawson Inlet, Nunavut, part of NTS 55-F. Canada Geoscience Map 241. <https://doi.org/10.4095/299754>
- Geological Survey of Canada, 2017b. Reconnaissance surficial geology, Eskimo Point, Nunavut, NTS 55-E. Canada Geoscience Map 240. <https://doi.org/10.4095/300687>
- Geological Survey of Canada, 2017c. Reconnaissance surficial geology, Ferguson Lake, Nunavut, NTS 65-I. Canada Geoscience Map 85. <https://doi.org/10.4095/305361>
- Geological Survey of Canada, 2017d. Reconnaissance surficial geology, Gibson Lake, Nunavut, NTS 55-N. <https://doi.org/10.4095/306089>
- Geological Survey of Canada, 2017e. Reconnaissance surficial geology, Hyde Lake, Nunavut, NTS 55-D. Canada Geoscience Map 239. <https://doi.org/10.4095/300548>
- Geological Survey of Canada, 2017f. Reconnaissance surficial geology, Kaminak Lake, Nunavut, NTS 55-L. Canada Geoscience Map 245. <https://doi.org/10.4095/300849>
- Geological Survey of Canada, 2017g. Reconnaissance surficial geology, MacQuoid Lake, Nunavut, NTS 55-M. Canada Geoscience Map 225. <https://doi.org/10.4095/298706>
- Geological Survey of Canada, 2017h. Reconnaissance surficial geology, Marble Island, Nunavut, part of NTS 55-J. Canada Geoscience Map 242. <https://doi.org/10.4095/300228>
- Geological Survey of Canada, 2017i. Reconnaissance surficial geology, Tavani, Nunavut, NTS 55-K. Canada Geoscience Map 244. <https://doi.org/10.4095/300537>
- Geological Survey of Canada, 2017j. Reconnaissance surficial geology, Thirty Mile Lake, Nunavut, NTS 65-P. Canada Geoscience Map 326. <https://doi.org/10.4095/305841>
- Geological Survey of Canada, 2017k. Surficial geology, Chesterfield Inlet, Nunavut, NTS 55-O. Canada Geoscience Map 247. <https://doi.org/10.4095/306107>
- Geological Survey of Canada, 2017l. Surficial geology, Edehon Lake, Nunavut, NTS 65-A. Canada Geoscience Map 243. <https://doi.org/10.4095/301672>
- Geological Survey of Canada, 2017m. Surficial geology, Henik Lakes, Nunavut, NTS 65-H. Canada Geoscience Map 238. <https://doi.org/10.4095/299882>

- Geological Survey of Canada, 2017n. Surficial geology, Schultz Lake, Nunavut, NTS 66-A. Canada Geoscience Map 324. <https://doi.org/10.4095/305328>
- Kanevskiy, M., Shur, Y., Jorgenson, T., Brown, D.R.N., Moskalenko, N., Brown, J., Walker, D.A., Raynolds, M.K., Buchhorn, M., 2017. Degradation and stabilization of ice wedges: Implications for assessing risk of thermokarst in northern Alaska. *Geomorphology* 297, 20–42. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.09.001>
- Kanevskiy, M., Shur, Y., (Skip) Walker, D.A., Jorgenson, T., Raynolds, M.K., Peirce, J.L., Jones, B.M., Buchhorn, M., Matyshak, G., Bergstedt, H., Breen, A.L., Connor, B., Daanen, R., Liljedahl, A., Romanovsky, V.E., Watson-Cook, E., 2022. The shifting mosaic of ice-wedge degradation and stabilization in response to infrastructure and climate change, Prudhoe Bay Oilfield, Alaska, USA. *Arct. Sci.* 8, 498–530. <https://doi.org/10.1139/as-2021-0024>
- Kokelj, S.V., Gingras-Hill, T., Daly, S.V., Morse, P., Wolfe, S., Rudy, A.C.A., van der Sluijs, J., Weiss, N., O'Neill, B., Baltzer, J., Lantz, T.C., Gibson, C., Cazon, D., Fraser, R.H., Froese, D.G., Giff, G., Klengenberg, C., Lamoureux, S.F., Quinton, W., Turetsky, M.R., Chiasson, A., Ferguson, C., Newton, M., Pope, M., Paul, J.A., Wilson, A., Young, J., 2023. The Northwest Territories Thermokarst Mapping Collective: A northern-driven mapping collaborative toward understanding the effects of permafrost thaw. *Arct. Sci.* 1–33. <https://doi.org/10.1139/AS-2023-0009>
- LeBlanc, A.-M., Oldenborger, G.A., 2021. Ground temperature, active-layer thickness and ground-ice conditions in the vicinity of Rankin Inlet, Nunavut (Canada-Nunavut Geoscience Office, Summary of Activities 2020). Canada-Nunavut Geoscience Office, Iqaluit, NU.
- LeBlanc, A.-M., Page, A., Frappier, R., Gaudreau, A., Girard, Sladen, W.E., Parker, R.J.H., 2024. Ice-wedge mapping at local and regional scales, Rankin Inlet, Nunavut.
- McMartin, I., 2002. Surficial geology, Rankin Inlet, Nunavut. Open File 4116. <https://doi.org/10.4095/213219>
- McMartin, I., Gauthier, M.S., Page, A.V., 2022. Updated post-glacial marine limits along western Hudson Bay, central mainland Nunavut and northern Manitoba (Open File No. 8921). Geological Survey of Canada, Ottawa, ON, Canada. <https://doi.org/10.4095/330940>
- McMartin, I., Godbout, P., Campbell, J.E., Tremblay, T., Behnia, P., 2021. A new map of glacial features and glacial landsystems in central mainland Nunavut, Canada. *Boreas* 50, 51–75. <https://doi.org/10.1111/bor.12479>
- McQuaig, S., McKillop, R., McGregor, C., Roy-Léveillé, P., St-Amour, A., 2022. Mapping and Investigating Permafrost along the Proposed Kivalliq Hydro-Fibre Link, Manitoba to Nunavut, in: *GeoCalgary 2022: Reflections on Resources*. Presented at the 75th Canadian Geotechnical Conference, pp. 1–8.
- Oldenborger, G.A., Bellehumeur-Génier, O., LeBlanc, A.-M., McMartin, I., 2022. Landform mapping, elevation modelling, and thaw subsidence estimation for permafrost terrain using a consumer-grade remotely-piloted aircraft. *Drone Syst. Appl.* 10, 309–329. <https://doi.org/10.1139/dsa-2021-0045>
- O'Neill, H.B., Smith, S.L., Burn, C.R., Duchesne, C., Zhang, Y., 2023. Widespread permafrost degradation and thaw subsidence in northwest Canada. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 128, 1–16. <https://doi.org/10.1029/2023JF007262>
- O'Neill, H.B., Wolfe, S.A., Duchesne, C., 2024a. Modelled ground ice conditions in the Kivalliq region, Nunavut, Canada, in: *Proceedings of the 12th International Conference on Permafrost*. Canadian Permafrost Association, Whitehorse, Canada, pp. 312–318. <https://doi.org/10.52381/ICOP2024.85.1>
- O'Neill, H.B., Wolfe, S.A., Duchesne, C., 2022. Ground ice map of Canada (version 1.1) (Open File No. 8713). Geological Survey of Canada, Ottawa, ON, Canada. <https://doi.org/10.4095/326885>
- O'Neill, H.B., Wolfe, S.A., Duchesne, C., 2019. New ground ice maps for Canada using a paleogeographic modelling approach. *The Cryosphere* 13, 753–773. <https://doi.org/10.5194/tc-13-753-2019>
- O'Neill, H.B., Wolfe, S.A., Duchesne, C., Parker, R.J.H., 2024b. Regional-scale ground-ice modelling for the Slave geological province, Northwest Territories and Nunavut, and a tool to generalize outputs (GSC Open File No. 9188). Geological Survey of Canada, Ottawa. <https://doi.org/10.4095/pedp4wyk9w>
- Phillips, M., LeBlanc, A.-M., 2024. Ice content in permafrost in the Kivalliq Region, Nunavut: digitization and analysis from historic drilling program, in: *Proceedings of the 12th International Conference on Permafrost*. Canadian Permafrost Association, Whitehorse, Canada, pp. 319–326. <https://doi.org/10.52381/ICOP2024.174.1>
- Prest, V.K., Grant, D.R., Rampton, V.N., 1968. Glacial map of Canada (Geological Survey of Canada, “A” Series Map 1253A, scale 1:5,000,000). <https://doi.org/10.4095/108979>

- Smith, S.L., Burgess, M.M., Riseborough, D., Mark Nixon, F., 2005. Recent trends from Canadian permafrost thermal monitoring network sites. *Permafr. Periglac. Process.* 16, 19–30.
- Smith, S.L., O'Neill, H.B., Isaksen, K., Noetzli, J., Romanovsky, V.E., 2022. The changing thermal state of permafrost. *Nat. Rev. Earth Environ.* 3, 10–23. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00240-1>
- Subedi, R., Kokelj, S.V., Gruber, S., 2020. Ground ice, organic carbon and soluble cations in tundra permafrost soils and sediments near a Laurentide ice divide in the Slave Geological Province, Northwest Territories, Canada. *The Cryosphere* 14, 4341–4364. <https://doi.org/10.5194/tc-14-4341-2020>
- Wolfe, S.A., 1998. Massive ice associated with glaciolacustrine delta sediments, Slave Geological Province, NWT, Canada, in: *Proceedings of the 7th International Permafrost Conference*. Nordicana, Yellowknife, NWT, pp. 1125–1131.
- Wolfe, S.A., Burgess, M.M., Douma, M., Hyde, C., Robinson, S., 1997. Geological and geophysical investigations of massive ground ice in glaciofluvial deposits, Slave Geological Province, Northwest Territories (Current Research No. 3442). Geological Survey of Canada, Ottawa, ON, Canada. <https://doi.org/10.4095/208917>