

DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LE RÉGIME THERMIQUE DU PERGÉLISOL DANS QUELQUES LOCALITÉS DU NUNAVIK, QUÉBEC

R. LÉVESQUE¹, M. ALLARD¹, M. K. SEGUIN² & J.-A. PILON³

¹ Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4

² Département de géologie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4

³ Commission géologique du Canada, Science des Terrains, 601 rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

Résumé

Au cours de la construction de pistes d'atterrissage au Québec nordique, des thermocâbles de 5 m et de 20 m ont été installés pour suivre le régime thermique du sol. À chacune des 5 localités étudiées, un thermocâble de 20 m a été implanté dans le socle rocheux et sert de référence pour l'ensemble de la région. Les autres ont été installés dans des dépôts quaternaires représentatifs d'environnements plus vastes ou directement dans le remblai des pistes. Les données préliminaires montrent que la température du pergélisol, à la profondeur d'amplitude annuelle nulle, ainsi que l'épaisseur du mollisol varient en fonction du gradient latitudinal. Dans le roc, les extrêmes sont enregistrés à Tasiujaq (-2,2°C et 5,5 m) et à Salluit (-6,4°C et 2,2 m). Le mollisol excède rarement l'épaisseur des remblais construits sur des sols gélifs et en conséquence la stabilité des pistes et des routes semble assurée pour la majorité des sites.

Abstract

Thermocables 5 and 20 m deep were installed during the construction of airstrips in Northern Québec to monitor ground thermal regime. At each of the 5 localities studied, one 20 m cable was installed in bedrock and serves as a regional reference. The other cables were installed either in quaternary deposits representative of broader environments or directly in the airstrip fill. Preliminary results show that permafrost temperatures at the depth of zero annual amplitude and active layer thicknesses vary with latitude. In bedrock, extreme values were recorded at Tasiujaq (-2,2°C and 5,5 m) and Salluit (-6,4°C and 2,2 m). Active layer thickness rarely exceeds the thickness of the fill laid over frost susceptible ground, and therefore ground stability at most sites does not appear to be jeopardized.

Introduction

Plusieurs travaux déjà publiés présentent des données sur la température et l'épaisseur du mollisol et du pergélisol au Québec nordique. La région de Schefferville est particulièrement bien documentée (Ives, 1962, 1974, 1979; Annersten, 1964; Thom, 1969; Nicholson, 1976, 1978, 1979; Nicholson & Granberg, 1973; Desrochers & Granberg, 1988). Des études ont aussi été faites dans les localités de Kuujuarapik (Botteron *et al.*, 1979; Poitevin & Gray, 1982; Seguin & Allard, 1984; Allard & Seguin, 1987a), de Kangiqsualujuaq (Gahé *et al.*, 1987, 1988; Bouchard *et al.*, 1989), de Tasiujaq (Gray & Pilon, 1976; Gray *et al.*, 1979, 1988; Pilon, 1982) et de Purtuniqu (Seguin, 1978; Taylor & Judge, 1979). Ces études étant généralement liées à l'exploitation minière ou à des aménagements hydro-électriques, leur répartition géographique ne suit aucun plan d'échantillonnage. Il en découle que de vastes secteurs demeurent à peu près inexplorés.

La construction de pistes d'atterrissage dans la plupart des communautés inuit du Nunavik a fourni l'occasion de combler en partie cette lacune, du moins pour la frange côtière. Jusqu'à maintenant 19 thermocâbles ont été installés dans 3 villages (fig. 1) de la baie d'Ungava (4 à Kangiqsualujuaq³, 4 à Tasiujaq et 4 à Quaqtaq) et 2 villages du détroit d'Hudson

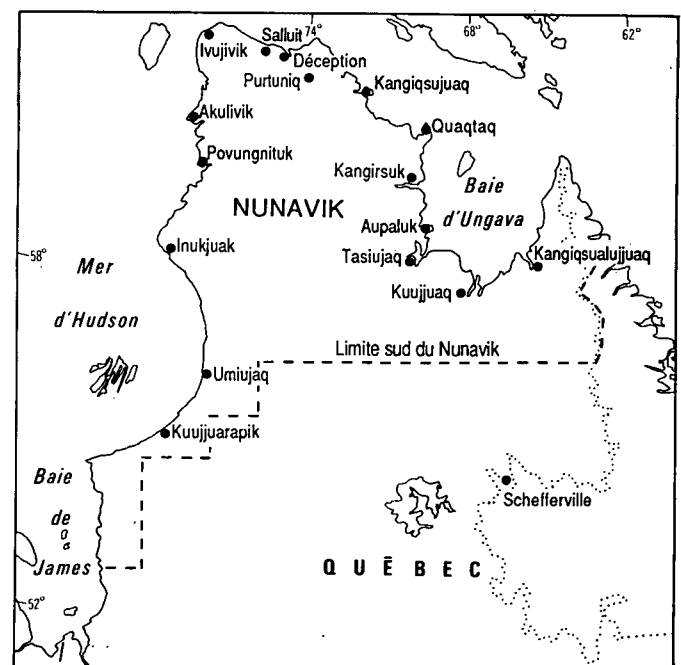


Figure 1. Localisation.

(1 à Kangiqsujuaq et 6 à Salluit). Les câbles de 5 et de 20 m ont été implantés aussi bien dans les terrains naturels et que dans les remblais. Cette procédure vise d'abord à acquérir une connaissance générale du pergélisol régional; elle a aussi pour but de suivre l'évolution du régime thermique dans les pistes et les routes. Il est alors possible d'identifier, après seulement quelques mois, les sites susceptibles de connaître des perturbations (soulèvement, tassement ou érosion) suite à une modification de la température du pergélisol sous-jacent.

L'installation récente des thermocâbles (tableau I), les températures lues de façon irrégulière et le très petit nombre de stations météorologiques dans la région font en sorte qu'il est actuellement impossible d'effectuer une analyse détaillée du régime thermique des différents sites. L'objectif de cet article est de présenter, à partir des données déjà acquises, la température du pergélisol et du mollisol ainsi que l'épaisseur de ce dernier dans différents types de roc, de dépôts et de remblais.

Caractéristiques de la région

La région d'étude englobe une bande côtière de quelques dizaines de kilomètres de largeur qui s'étend du sud-est de la baie d'Ungava (Kangiqsualujuaq) au détroit d'Hudson (Salluit). L'assise géologique, pour l'ensemble du secteur, est constituée de roches de la province géologique de Churchill. Le relief, qui est généralement bas (≤ 150 m) et faiblement ondulé à la baie d'Ungava, devient plus escarpé (300 à 500 m) le long du détroit d'Hudson. Malgré l'abondance et la diversité des sédiments quaternaires, de très grandes surfaces restent totalement dénudées ou recouvertes seulement par une couche mince et discontinue de dépôts quaternaires.

La faible densité des stations météorologiques et la discontinuité des séries de données font en sorte qu'il est difficile de connaître les traits particuliers du climat entre les trois stations existantes de Kuujuaq, de Quaqtac et de Déception (abandonnée en 1964). À l'été et à l'automne, le régime climatique est contrôlé en grande partie par la proximité de la baie d'Ungava et du détroit d'Hudson. Lorsque ces plans d'eau sont gelés, le climat devient plus continental. La moyenne annuelle des températures

Tableau 1. Période de lecture des câbles. Au cours d'un mois il est fréquent que les câbles aient été lus seulement une ou deux fois.

SITES	1987			1988			1989		
	J	F	M	J	F	M	J	F	M
Kangiqsualujuaq									
Kangiqsujuaq									
Ouaqtac									
Salluit									
Tasiujaq									

moyennes quotidiennes (basée sur le minimum et le maximum du jour) oscille entre 5° et 5,5°C au sud de la baie d'Ungava et entre 7° et 9°C au détroit d'Hudson (Gagnon & Ferland, 1967; Wilson, 1971; Environnement Canada, 1981). À l'instar des températures, les précipitations annuelles diminuent à mesure que l'on progresse vers le nord, passant de 500 mm à Kuujuaq à moins de 350 mm à Déception, alors que la fraction nivale s'accroît de 40 à 55%. La presque totalité du secteur à l'étude fait partie de la zone de toundra arbustive, la limite des arbres passant tout près des villages de Tasiujaq et de Kangiqsualujuaq (Payette, 1983). Au sud de la baie d'Ungava, l'influence maritime a pour effet de repousser cette limite à quelques kilomètres en retrait du littoral. Selon la carte de Allard & Seguin (1987b), la frontière entre la zone de pergélisol discontinu et continu passe un peu au nord de la limite des arbres; Kangiqsualujuaq et Tasiujaq se situent donc à la marge entre les zones de pergélisol discontinu et continu.

Méthodologie et instrumentation

L'installation des thermocâbles s'est échelonnée de 1987 à 1989 selon le rythme des travaux de construction (tableau I). À chacune des pistes, le nombre et la localisation des câbles diffèrent en fonction de la variabilité locale des principaux types de dépôts et de roc, de la topographie et de l'intérêt particulier de chacun des sites (par exemple: remblai mince construit sur un sol gélif).

La procédure d'installation des thermocâbles reproduit, à peu de chose près, celle déjà éprouvée pour l'étude du pipeline du Mackenzie. Elle consiste à percer un trou de 5 cm de diamètre à l'aide d'une foreuse à percussion (*air track*) utilisée dans les chantiers de construction. La rapidité du forage (moins de 45 minutes pour un trou de 20 m) réduit au minimum les perturbations d'ordre thermique. Dans le but de contribuer à la stabilisation des températures et pour maintenir les thermistances dans des conditions idéales, les câbles ont été introduits dans des tuyaux PVC (2,5 cm de diamètre) préalablement remplis d'huile de silicone (diméthyl siloxane polymère). Cette huile, électriquement inerte, conserve ses propriétés liquides même soumise à des froids intenses (-40°C). Elle diminue ainsi les mouvements de convection dans les tubes (Osterkamp, 1974) et réduit les risques de faux contacts. Ce type d'installation permet aussi le remplacement des thermocâbles en cas de défectuosité.

Les thermocâbles sont tous munis de 11 thermistances (type: YSI 44033) dont l'écartement varie selon la longueur du câble. La prise de données ne nécessite qu'une boîte de lecture munie de 11 canaux et un ohmmètre. Les valeurs de résistances obtenues sont transformées en température par une équation simple. Depuis l'automne 1989 les préposés aux aéroports lisent les câbles deux fois par semaine; à ces données s'ajoute l'ensemble des relevés météorologiques disponibles (chaque aéroport est doté d'une station météo).

Description des sites

KANGIQSUALUJUAQ

La piste d'atterrissage est construite à 3 km du village dans une étroite vallée partiellement remblayée par des sables et graviers fluvio-glaciaires et marins. Le fond de la vallée (55 m d'altitude) est dégagé et venteux. Un thermocâble de 5 m est implanté dans le remblai de la piste (2,5 m d'épaisseur) tandis qu'un autre, de même longueur, est fixé dans le terrain naturel en bordure de la piste. Deux thermocâbles de 20 m ont aussi été installés dans des collines (115 et 130 m d'altitude) avoisinantes à la vallée. Ils assurent le suivi thermique dans un affleurement rocheux (gneiss granitique) et dans un dépôt de till épais (> 20 m). Près du village, on dispose de plusieurs câbles installés depuis quelques années par le Centre d'études nordiques. Les données d'un câble de 9 m implanté dans une terrasse marine sablo-graveleuse (Bouchard *et al.*, 1989) et d'un autre de 26 m fixé dans une butte minérale de pergélisol (limons argileux) ont été retenues pour les fins de la présente étude. La végétation est essentiellement constituée de plantes basses (herbes, mousses et lichens), auxquels s'ajoutent des arbustes (bouleaux et saules) et des krummholz d'épinette noire dans les endroits abrités. Pour l'ensemble des sites, la couverture de neige est mince, voire presque nulle.

TASTUJAQ

Une vaste terrasse fluviale d'une trentaine de mètres d'altitude, en moyenne, sert d'assise à la piste. Le terrain plat et peu accidenté présente, néanmoins, quelques endroits propices à la croissance d'arbustes et à l'accumulation de neige. La stratigraphie locale a été tirée d'une coupe (20 m de hauteur) en bordure de la rivière Bérard et complétée par des relevés géophysiques (Seguin & Lévesque, 1990) et des carottages peu profonds (Allard *et al.*, 1988). Les sédiments sont sableux et graveleux de la surface du sol jusqu'à environ 11,5 m de profondeur où se situe le contact avec l'argile marine sous-jacente. Une strate de matériel plus fin (sable limoneux contenant des petites lentilles de glace) s'intercale cependant entre 1 et 4 m de profondeur. Deux câbles à thermistances de 5 m traversent le remblai de la piste, qui fait au droit de ceux-ci, 2,5 et 3 m d'épaisseur. Un des câbles est installé à l'emplacement d'une butte à coeur de limon dont la surface sableuse a été décapée d'environ 2 m. Ce tronçon de piste est isolé par une couche de polystyrène de 5 cm d'épaisseur. Un câble de 11 m est implanté dans la terrasse en bordure de la piste, tandis qu'un de 20 m est installé dans une colline schisteuse et sert de référence à l'ensemble.

QUAQTAQ

La piste est établie à moitié sur le roc et à moitié sur des sables et graviers marins, à 30 m d'altitude. Deux thermocâbles (5 et 20 m) sont implantés dans le remblai de la piste dont l'épaisseur moyenne est de 2 m. Un de ces

câbles (5 m) sert à suivre l'évolution du dégel au droit d'une lentille de matériel gélif (sable fin et limon) partiellement excavée lors de la construction. Deux autres thermocâbles (20 m) ont été installés dans le roc (gneiss granitique) et dans les sables et graviers marins non perturbés. La végétation se limite à une strate basse et la couverture nivale est très mince. Il peut toutefois s'accumuler quelques dizaines de centimètres de neige dans le dénivelé qui circonscrit la butte rocheuse où est le câble.

KANGIQSUJUAQ

Cette piste est bâtie sur le sommet d'une colline rocheuse (gneiss granitique) dont l'altitude moyenne est de 150 m. La minceur et la rareté des dépôts (glaciaires) n'ont pas nécessité l'installation de plusieurs thermocâbles pour procéder au suivi de la stabilité des infrastructures. Un seul câble de 20 m a été implanté dans le roc près de la piste. Contrairement aux autres sites, l'affleurement rocheux comporte plusieurs blocs (moraine d'ablation) éparpillés à la surface. Ils ont pour effet de la rendre plus rugueuse et de permettre une certaine accumulation de neige (15 à 30 cm).

SALLUIT

La piste de Salluit est située sur le sommet d'un plateau à 220 m d'altitude. Elle repose en partie sur du till mince (≤ 5 m) et sur le roc. Dans le fond de la vallée, les sédiments marins sont répandus et parfois épais (> 30 m). Un tronçon de la route d'accès passe sur une terrasse marine constituée de limons argileux recouverts par une couche tourbeuse d'épaisseur variable (40 à 180 cm). Un câble de 5 m mesure la température au sein de ces sédiments très gélifs (limons sableux) et dans lesquels le volume de glace excède parfois 70% (Lévesque *et al.*, 1987). Les 5 autres thermocâbles installés (2 de 5 m et 3 de 20 m) sont tous situés dans les environs immédiats de la piste. Un câble de 20 m perce le remblai et un second (5 m) est sous la piste. Ils sont jumelés, dans le but d'établir des comparaisons, à 2 câbles de mêmes longueurs dans le terrain naturel. Le dernier câble à thermistances (20 m) est localisé dans un affleurement de gneiss granitique.

Résultats

SUBSTRATS ROCHEUX

D'importantes variations annuelles de température sont enregistrées dans le roc. L'amplitude thermique est maximale près de la surface et diminue rapidement avec la profondeur. L'affleurement rocheux de Salluit (fig. 2) est un exemple typique*: l'amplitude annuelle passe de 26°C vers 1 m à seulement 0,2°C à 20 m. On observe aussi un décalage de la propagation des températures dans le sol. À 6 m de profondeur la température minimale est atteinte 2 mois plus tard qu'à 1 m, tandis qu'à 12 m le retard est de 5 mois.

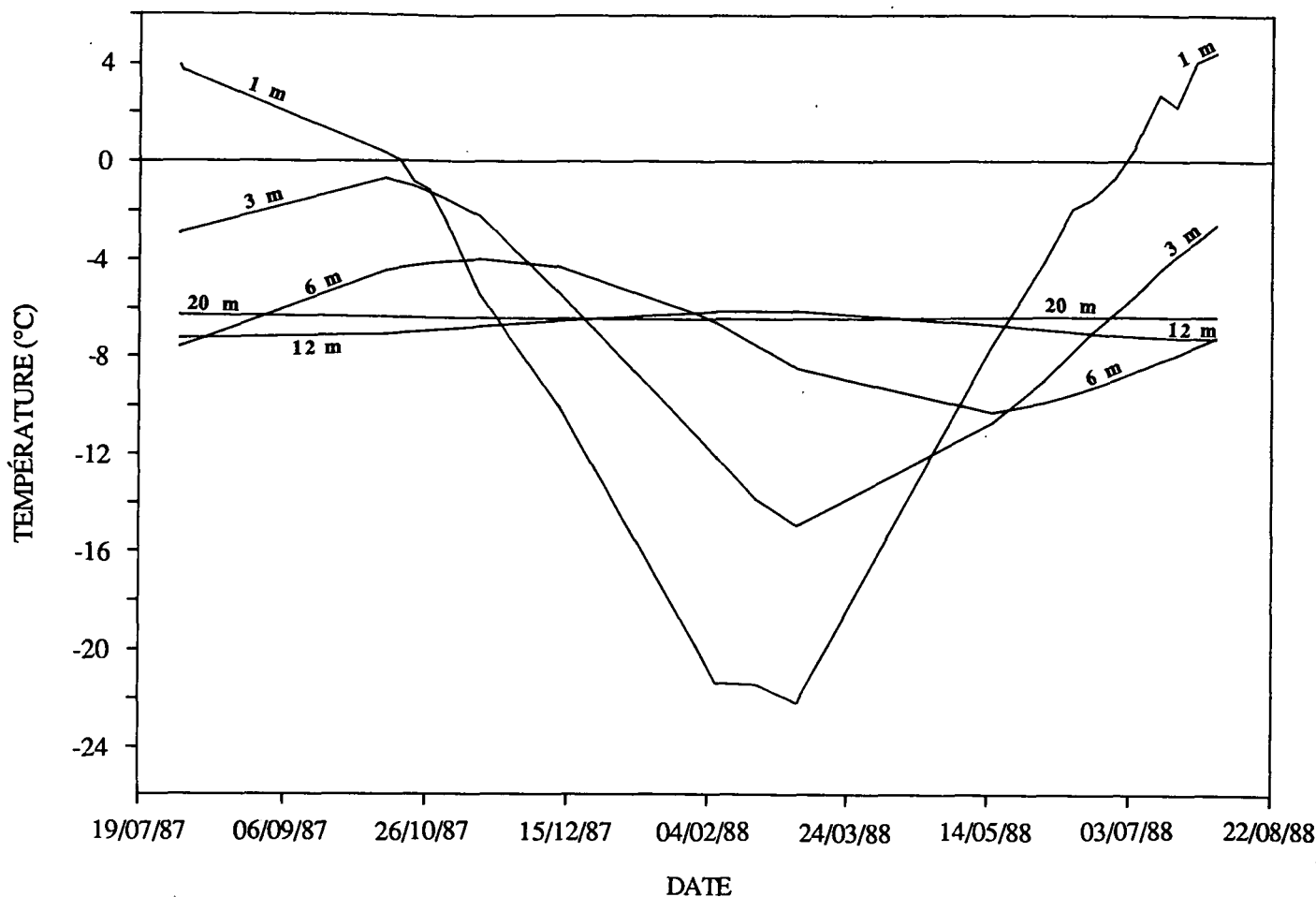


Figure 2. Cycles annuels des températures à différentes profondeurs dans les gneiss granitiques de Salluit. Les relevés couvrent la période comprise entre le 2 août 1987 et le 2 août 1988.

Trois courbes enveloppes des températures dans le socle rocheux (fig. 3) ont pu être tracées pour les localités de Tasiujaq, Quaqtq et Salluit. Elles sont établies à partir des températures minimales et maximales enregistrées au cours d'une année. La fréquence irrégulière des lectures ne permet cependant pas de calculer la courbe moyenne des températures dans le sol et d'obtenir la température moyenne en surface. On remarque pour les trois sites que les extrêmes et les amplitudes thermiques annuelles sont passablement similaires près de la surface (≤ 2 m). Par contre, à 20 m, profondeur qui correspond approximativement à l'amplitude thermique annuelle nulle, les températures sont bien différenciées ($-2,2^{\circ}\text{C}$ à Tasiujaq, $-4,3^{\circ}\text{C}$ à Quaqtq et $-6,4^{\circ}\text{C}$ à Salluit). À Kangiqsualujjuaq et Kangiqsujuaq, où le nombre insuffisant de lectures rend impossible le traçage de courbes enveloppes, les températures à 20 m de profondeur sont respectivement de $-2,0^{\circ}\text{C}$ et de $-5,6^{\circ}\text{C}$. Le tableau II met en évidence que ces températures, en équilibre avec le climat actuel, suivent une progression qui s'intègre parfaitement dans le gradient latitudinal des 5 villages; c'est-à-dire une diminution de la température du pergélisol avec l'augmentation de la latitude. Cette relation simple n'est cependant vraie que pour les sites qui connaissent des conditions similaires. Une accumulation de neige importante sur un site aurait pour effet de modifier considérablement le

régime thermique du pergélisol. Actuellement on ne peut pas calculer l'épaisseur du pergélisol car les câbles ne descendent pas assez profondément pour obtenir le gradient géothermique. Il sera cependant possible d'estimer les épaisseurs lorsque nous connaîtrons la conductivité thermique, la diffusivité, etc. des différents milieux.

L'épaisseur du mollisol dans la roche en place suit aussi le gradient latitudinal (tableau II). Le maximum enregistré se retrouve à Tasiujaq avec une valeur de 5,5 m (ce chiffre correspond à ceux avancés par Gray *et al.*, 1979) et le minimum à Salluit avec 2,2 m. Bien que les données disponibles ne permettent pas encore de le confirmer, il semble que l'épaisseur du mollisol dans le roc varie de plusieurs centimètres d'une année à l'autre.

DÉPÔTS MEUBLES

Pour l'ensemble des 5 villages, 9 thermocâbles ont été installés dans différents types de sédiments quaternaires (tableau II). En certains endroits, la minceur des dépôts fait en sorte que les câbles se prolongent dans le roc (Salluit: 2,5 et 4 m de till/roc et Quaqtq: 5 m de sable et gravier marins/roc). Malgré cela, les sédiments sont toujours assez

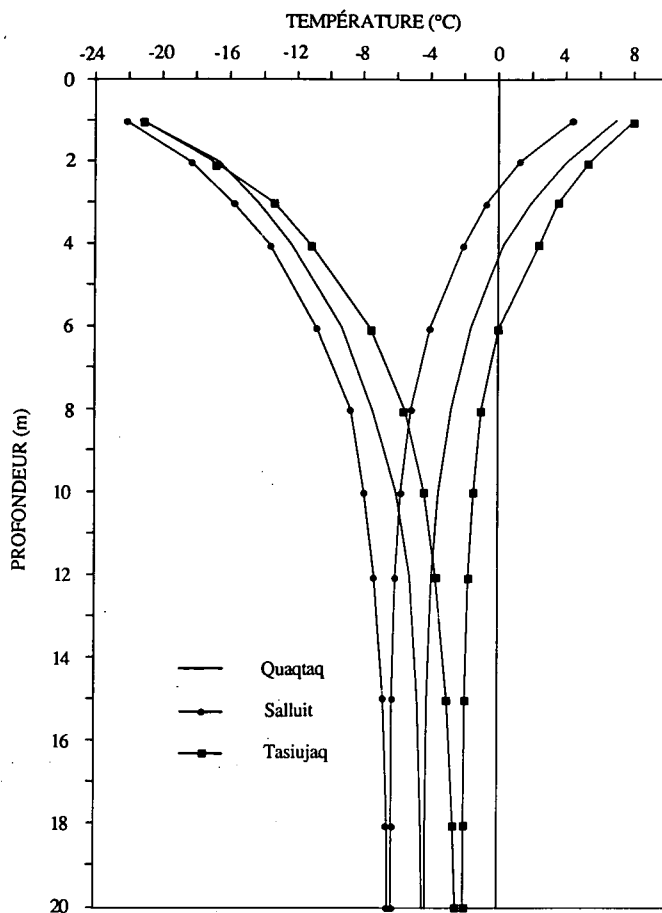


Figure 3. Courbes enveloppes des températures minimales et maximales enregistrées au cours d'une année dans le socle rocheux (Quaqtaq, Salluit et Tasiujaq).

épais pour que le mollisol y soit confiné. Par contre, la température en profondeur est probablement influencée par ce changement de matériaux. La température du pergélisol dans les dépôts meubles est similaire à celle du roc, parfois même plus froide (tableau II). À Quaqtaq, par exemple, l'accumulation substantielle de neige (0,5 à 1 m) en périphérie de la butte rocheuse est un élément qui peut expliquer pourquoi le pergélisol y est plus chaud (0,8°C) que dans les sables et graviers marins. À 20 m de profondeur, la température dans le till de Kangiqsualujjuaq est aussi inférieure (0,6°C) à celle du roc. La superficie plus grande et les pentes moins abruptes du dépôt glaciaire font en sorte qu'il est moins affecté par les flux de chaleur latéraux.

À Salluit, les courbes enveloppes des températures annuelles ont été tracées pour 2 thermocâbles de 5 m (fig. 4). Le premier est dans le till (220 m d'altitude) et le second dans les limons argileux recouverts par 1,5 m de tourbe (50 m d'altitude). On constate que le type de dépôts affecte énormément la propagation des températures dans le sol et l'épaisseur du mollisol. En été, la couverture de tourbe, asséchée en surface, isole le terrain et s'oppose à la pénétration de l'onde de chaleur. La température maximale à 25 cm de profondeur est seulement de 3,1°C dans la tourbe comparativement à 10,3°C dans le till. En hiver, les températures minimales sont à peu près identiques car la tourbe gelée est conductrice. Il en résulte que le mollisol est 2 fois plus mince dans la tourbe (60 cm) que dans le till (1,3 m) et ce même si ce dernier est dans un endroit plus exposé. De façon générale, le mollisol est de 2 à 3 fois moins épais dans les sédiments quaternaires que dans le roc. Une couche de matière organique assez épaisse peut facilement augmenter ce ratio à 5 ou 6.

Tableau 2 Principales caractéristiques des 5 sites étudiés.

Sites	Latitude	Élévation (mètres)	Profondeur du trou (mètres)	Types de matériaux	Stratigraphie sommaire	Température au 0°C d'amplitude annuelle	Épaisseur du mollisol (mètres)
Salluit	62° 15'N	230	20	Gneiss granitique	Roc	-6.4°	2.2
Salluit	62° 15'N	220	20	Till	4 m till/roc	-5.9°	1.3
Salluit	62° 15'N	220	5	Till	2,5 m till/roc		1.3
Salluit	62° 15'N	50	5	Tourbe/limon	1,5 m tourbe/limon		0.6
Salluit	62° 15'N	225	20	Remblai	5.5 m remblai/ 3 m till/roc	-5.3°	3.1
Salluit	62° 15'N	220	5	Câble sous le remblai, dans till/roc	2.3 m remblai/ 1.5 m till/roc		≤ 2.0
Kangiqsujuaq	61° 31'N	155	20	Gneiss granitique	Roc	-5.6°	3.4
Quaqtaq	61°02'N	30	20	Gneiss granitique	Roc	-4.3°	4.6
Quaqtaq	61°02'N	30	20	Sable et gravier/roc	5 m sable et gravier/roc	-5.1°	1.4
Quaqtaq	61°02'N	30	20	Remblai	2 m remblai/ 6 m sable et gravier/roc	-4.7°	2.2
Quaqtaq	61°02'N	30	5	Remblai	2 m remblai/sable limoneux		2.1
Tasiujaq	58°42'N	45	20	Schiste	Roc	-2.2°	5.5
Tasiujaq	58°42'N	30	11	Sable et gravier	> 11 m sable et gravier		1.8
Tasiujaq	58°42'N	30	5	Remblai	3 m remblai/0,05 m d'isolant/ sable limoneux		2.5
Tasiujaq	58°42'N	30	5	Remblai	2,5 m remblai/ sable et gravier		3.1
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	115	20	Gneiss granitique	Roc	-2.0°	5.0
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	130	20	Till	> 20 m till	-2.6°	2.0
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	55	5	Sable et gravier	> 5 m sable et gravier		2.1
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	15	26	Limon argileux	> 26 m limon argileux	-0.3°	1.5
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	20	9	Sable et gravier	> 9 m sable et gravier		3.1
Kangiqsualujjuaq	58°42'N	55	5	Remblai	2,5 m remblai/ sable et gravier		4.9

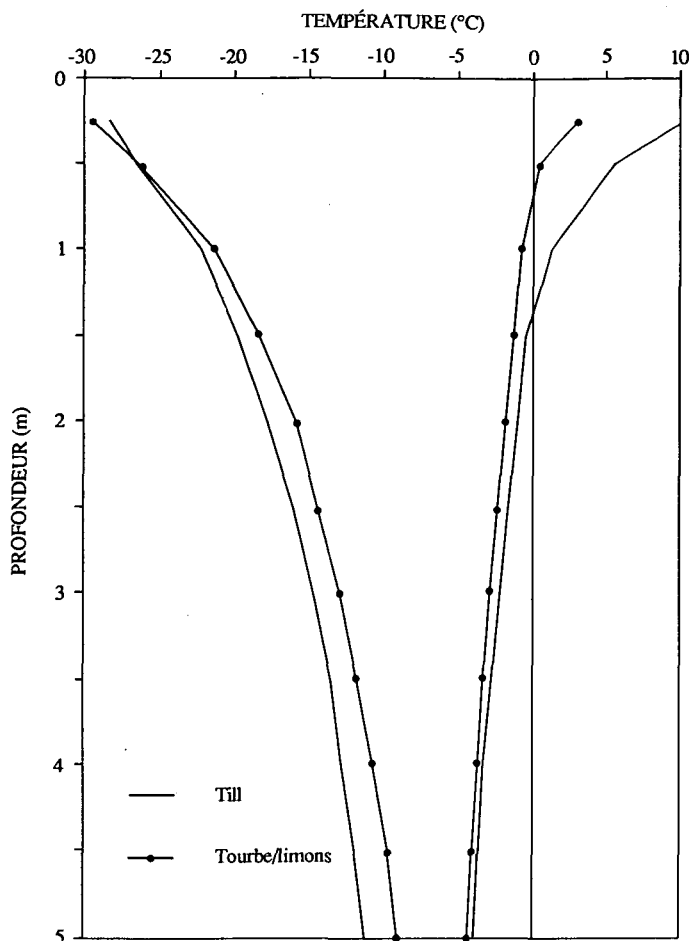


Figure 4. Courbes enveloppes des températures minimales et maximales enregistrées annuellement dans les sédiments quaternaires de Salluit

REMBLAIS

Exception faite de Tasiujaq, où l'on a utilisé de la dolomie au lieu du schiste, la pierre des remblais est toujours identique à celle des affleurements rocheux dans lesquels les thermocâbles de référence sont fixés. Les six câbles de thermistances implantés dans le remblai des pistes (un septième est sous le remblai à Salluit) servent à suivre la progression de l'épaisseur du mollisol et la température du pergélisol dans les endroits critiques. Comme ces endroits ne correspondent pas nécessairement aux tronçons où le remblai est le plus épais, le mollisol atteint souvent le terrain naturel sous-jacent.

D'après les résultats obtenus jusqu'à présent, le dégel annuel des remblais ne devrait pas déstabiliser les infrastructures et occasionner de tassements appréciables. À Salluit, le mollisol est restreint au remblai pour l'ensemble de la piste. Pour le tronçon de la route qui passe sur du matériel gélif recouvert d'une épaisseur de tourbe variable (0 à 150 cm), il est probable que le mollisol pénètre dans le sol car le remblai est parfois inférieur à 1 m. Mis à part un secteur qui a été érodé par les eaux de ruissellement (Allard *et al.*, 1988) aucune section de la route ne semble avoir connu d'affaissement depuis la fin des travaux.

À Quaqtq, une année complète de relevés ne laisse entrevoir aucun problème à court terme, car le mollisol est à peu près de la même épaisseur que le remblai. À Tasiujaq, un tronçon de la piste (50 m), passant sur des matériaux gélifs, est protégé par un isolant. Une comparaison avec un secteur sans isolation montre qu'à cet endroit le mollisol est plus profond de 60 cm (3,1 m par rapport à 2,5 m). Ces profondeurs, qui correspondent approximativement à l'épaisseur du remblai, devraient être inférieures dans les années à venir car 1 m de matériel granulaire a été rajouté à l'été 1989 lors de la finition de l'ouvrage. Dans le cas de Kangisualujuaq, les circonstances sont semblables, le mollisol a atteint 4,9 m mais l'ajout de matériel et la stabilisation des températures dans le sol amèneront un amincissement du mollisol au cours des prochaines années. Même si le remblai est mince ($\leq 2,5$ m) le tassement restera minime car les sédiments sous-jacents sont grossiers et pauvres en glace.

Conclusion

Malgré des données incomplètes et un traitement sommaire de celles-ci, les résultats obtenus fournissent déjà une base solide pour la poursuite de travaux au Nunavik. L'étude du régime thermique nécessitera cependant une saisie de données plus fréquente (au moins 2 fois par semaine) et une analyse approfondie des diverses données météo, qui sont malheureusement discontinues. Durant la construction de nouvelles pistes sur la côte de la baie d'Ungava (Aupaluk) et de la baie d'Hudson (Akulivik, Povungnituk et Umiujaq) on parachèvera le réseau à partir duquel sera constituée une base de données (température du mollisol et du pergélisol) pour l'ensemble de la frange côtière du Québec septentrional. Les divers paramètres climatiques mesurés à chaque aéroport compléteront les informations disponibles pour la région. En plus d'assurer le suivi à long terme des infrastructures aéroportuaires, il sera possible de développer des équations pour estimer l'épaisseur du mollisol à partir de données strictement climatiques. Le régime thermique du pergélisol permettra aussi de suivre l'effet des changements climatiques appréhendés pour les années à venir.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le ministère des Transports du Québec pour son appui financier et logistique. Nous sommes aussi redevables à MM. Christian Bouchard, Richard Fortier, Jean Lavoie, Yves Moisan et Stephen Poitras pour leur contribution lors des travaux de terrain. Les différentes communautés inuit, les surveillants de chantier et les entrepreneurs en construction (Gély Construction et Neilson Excavation) ont été des collaborateurs hors pair. Nous tenons également à remercier les deux lecteurs critiques, MM. James T. Gray et Daniel Lagarec. Cet article est la contribution no 13 290 de la Commission Géologique du Canada

Note

* On peut aussi bénéficier de données provenant de 2 thermocâbles implantés dans le cadre d'un autre projet de recherche.

** Le tracé saccadé des courbes est dû à de longues périodes sans mesure.

Références

- ALLARD, M. & SEGUIN, M.K., 1987a. The Holocene evolution of permafrost near the tree line, on the eastern coast of Hudson Bay (Northern Québec). *Can. J. Earth Sci.*, 24: 2206-2222.
- ALLARD, M. & SEGUIN, M.K., 1987b. Le pergélisol au Québec nordique: bilan et perspective. *Géogr. phys. Quat.*, 41: 141-152.
- ALLARD, M., LÉVESQUE, R., SEGUIN, M.K. & PILON, J.-A., 1988. Le pergélisol et les infrastructures de transport au Québec nordique. Rapport de la saison de terrain 1988. Présenté à Transports Québec, 21 p.
- ANNERSTEN, J.L., 1964. Investigations of permafrost in the vicinity of Knob Lake, 1961-1962, In *Permafrost studies of central Labrador-Ungava*, J.B. Bird, édit., McGill Sub-Arctic Res. Papers, 16: 51-129.
- BOTTERON, G., GILBERT, C., LOCAT, C. & GRAY, J.T., 1979. Observations préliminaires sur la répartition du pergélisol dans le bassin de la grande rivière de la Baleine, Nouveau-Québec. *Géogr. phys. Quat.*, 33: 291-298.
- BOUCHARD, C., ALLARD, M. & FORTIER, R., 1989. Le régime thermique d'un sol sableux pergélisolé à Kangiqsualujuaq, Québec nordique: Données préliminaires. Musk-Ox, Actes de la Conférence nationale des étudiants en études nordiques.
- DESROCHERS, D.T. & GRANBERG, H.B., 1988. Schefferville snow-ground interface temperatures.--Pages 62-72. in *Permafrost, Proceedings Fifth Inter. Conf.* (Trondheim, Norvège), Tapir Publishers.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 1981. Normales climatiques au Canada, 1951-1980. Températures et précipitations, service de l'environnement atmosphérique.
- GAGNON, R.M. & FERLAND, M., 1967. Climat du Québec septentrional, Québec, Ministère des Richesses Naturelles, M.P.10, 107 p.
- GAHÉ, É., ALLARD, M. & SEGUIN, M.K., 1987. Géophysique et dynamique holocène de plateaux palsiques à Kangiqsualujuaq, Québec nordique. *Géogr. phys. Quat.*, 41: 33-46.
- GAHÉ, É., ALLARD, M. SEGUIN, M.K. & FORTIER, R., 1988. Measurements of active layer and permafrost parameters with electrical resistivity, self potential and induce polarisation.--Pages 148-153. in *Permafrost, Proceedings Fifth Inter. Conf.* (Trondheim, Norvège), Tapir Publishers.
- GRAY, J.T. & PILON, J.-A., 1976. Permafrost distribution at Tasiujaq (Leaf Basin) on the south west coast of Ungava Bay, New Québec. *Revue Géogr. Montréal*, 30: 367-373.
- GRAY, J.T., PILON, J.-A. & POITEVIN, J., 1979. Le pergélisol et la couche active dans la toundra forestière au sud de la baie aux feuilles, Nouveau-Québec. *Géogr. phys. Quat.*, 33: 253-264.
- GRAY, J.T., PILON, J.-A. & POITEVIN, J., 1988. A method to estimate active-layer thickness on the basis of correlations between terrain and climatic parameters as measured in northern Québec. *Can. Geotech. J.*, 25: 607-616.
- IVES, J.D., 1962. Iron mining in permafrost; central Labrador-Ungava, *Geogr. Bull.*, 17: 66-77.
- IVES, J.D., 1974. Permafrost, In *Arctic and Alpine environments*. Ives, J.D. et Barry, R., édit., Methuen, Londres, 159-194.
- IVES, J.D., 1979. A proposed history of permafrost development in Labrador-Ungava. *Géogr. phys. Quat.*, 33: 233-244.
- LÉVESQUE, R., ALLARD, M., SEGUIN, M.K. & PILON, J.-A., 1987. Recherches en cours sur le pergélisol, aéroport de Salluit. Rapport de la saison de terrain 1987. Présenté à Transports Québec, 32 p.
- NICHOLSON, F.H., 1976. Permafrost thermal amelioration tests near Schefferville, Québec. *Can. J. Earth Sci.*, 13: 1694-1705.
- NICHOLSON, F.H., 1978. Permafrost distribution and characteristics near Schefferville, Québec: Recent studies.--Pages 428-433. in *Permafrost, Proceedings Third Inter. Conf.* (Edmonton), National Research Council of Canada, Ottawa.
- NICHOLSON, F.H., 1979. Permafrost spatial and thermal variations near Schefferville, Nouveau-Québec. *Géogr. phys. Quat.*, 33: 265-277.
- NICHOLSON, F.H. & GRANBERG, H.B., 1973. Permafrost and snow cover relationships near Schefferville.--Pages 151-158. in *Permafrost, Proceedings Sec. Inter. Conf.* (Yakutsk, U.S.S.R.), National Academy of Science, Washington, D.C.
- OSTERKAMP, T.E., 1974. Temperature measurements in permafrost. Alaska Department of Transportation and Public Facilities, Report No TFWA-AK-RD-85-11.
- PAYETTE, S., 1983. The forest-tundra and present tree-line of the northern Québec-Labrador peninsula.-- Pages 3-23 in P. Morisset et S. Payette (éds.), *Tree-line ecology, Proceedings of the Northern Québec Tree-line Conference*. Centre d'études nordiques, Univ. Laval, Québec, Nordicana, no 47, 188 p.
- PILON, J.-A., 1982. Étude de la couche active et du pergélisol dans la région de la baie aux Feuilles, Ungava.--Thèse Ph.D., Univ. de Montréal, 270 p.
- POITEVIN, J. & GRAY, J.T., 1982. Distribution du pergélisol dans le bassin de la grande rivière de la Baleine, Québec. *Naturaliste can.*, 109: 445-455.
- SEGUIN, M.K., 1978. Temperature-electrical resistivity relationships in continuous permafrost at Purtuniqu, Ungava peninsula.--Pages 138-144. in *Permafrost, Proceedings Third Inter. Conf.* (Edmonton), National Research of Canada, Ottawa.
- SEGUIN M.K. & ALLARD, M., 1984. Le pergélisol et les processus thermokarstiques de la région de la rivière Nastapoca, Nouveau-Québec. *Géogr. phys. Quat.*, 38: 11-25.
- SEGUIN, M.K. & LÉVESQUE, R., 1990. Détection, par méthodes géophysiques, de sols gélifs à l'emplacement de pistes d'atterrissage au Nunavik, Québec. Cinquième Conférence Canadienne sur le Pergélisol.
- TAYLOR, A. & JUDGE, A., 1979. Permafrost studies in northern Québec. *Géogr. phys. Quat.*, 33: 245-251.
- THOM, B.G., 1969. New permafrost investigations near Schefferville, P.Q. *Revue Géogr. Montréal*, 23: 317-327.
- WILSON, C., 1971. Atlas climatologique du Québec, Service de l'Environnement Atmosphérique du Canada, Toronto, 180 p.