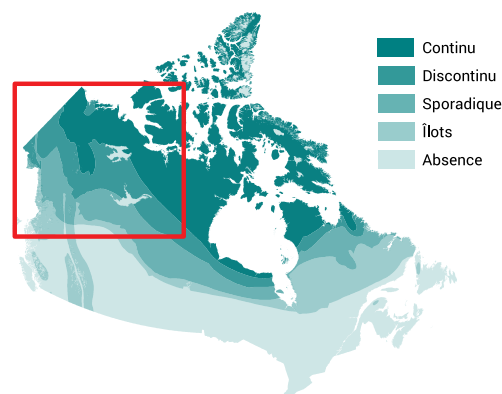


# Caractérisation non destructive des carottes de pergélisol à l'aide de la tomographie par ordinateur industrielle et de l'enregistrement de carottes multicateurs

Mahya Roustaei, Joel Pumple, Jordan Harvey et Duane Froese  
Université de l'Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.

**Mots-clés :** Glace de sol, teneur en glace excédentaire, teneur en glace volumétrique, cryostructure, tomodensitométrie, diagraphie de carottes multicateurs.



Lieux d'études : Les carottes de pergélisol provenaient de tout le Yukon et des Territoires du Nord-Ouest.

La glace terrestre détermine le potentiel de changement dans les paysages de pergélisol en cours de dégel. Dans ce contexte, une mesure précise des caractéristiques du sol est importante pour concevoir des infrastructures résilientes au climat et prévoir les impacts du dégel du pergélisol. Cependant, la plupart des méthodes de caractérisation du pergélisol sont destructives et ont une faible résolution. Le développement de méthodes meilleures et standardisées pour la caractérisation du pergélisol nous fournira des informations plus fiables sur le pergélisol et aidera à comprendre les futures trajectoires de dégel des paysages de pergélisol. Ce projet a évalué la caractérisation des carottes de pergélisol à l'aide de méthodes non destructives : tomodensitométrie (Computed Tomography ou CT) et système d'enregistrement multicateurs (Multi-Sensor Core Logging ou MSCL). Ces méthodes nous permettent d'imager les carottes de pergélisol et de mesurer leurs propriétés, notamment les cryostructures, la densité apparente, la susceptibilité magnétique et l'estimation de la teneur en glace excédentaire (Excess Ice Content ou EIC) et de la teneur en glace volumétrique (Volumetric Ice Content ou VIC).

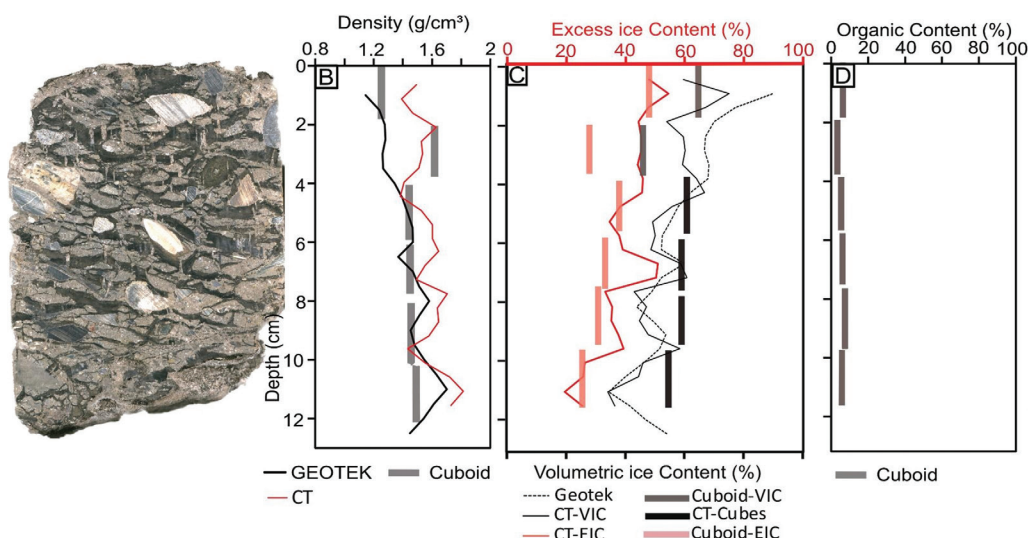
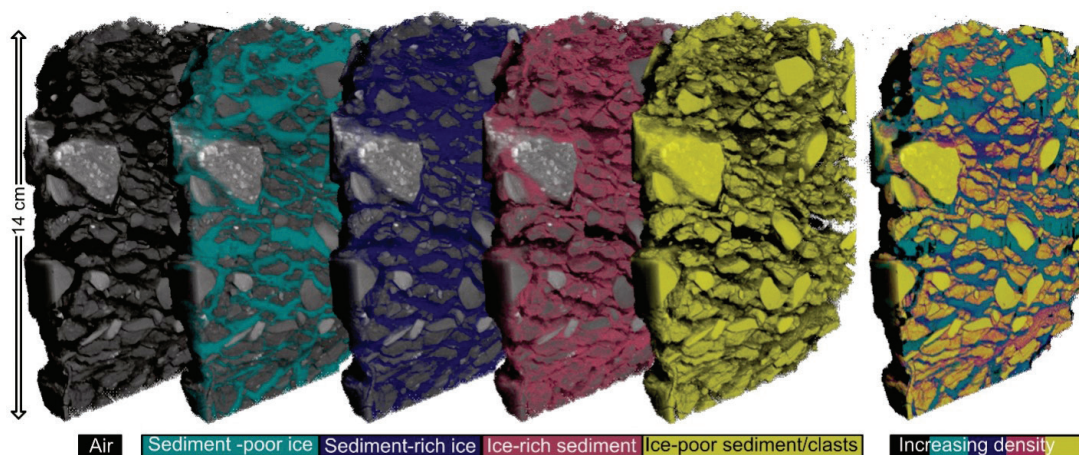


Figure 1 : (A) Image MSCL du noyau de limon pauvre en glace; (B) densité apparente; (C) teneur en glace; (D) distribution du contenu organique dans la profondeur du noyau.

## Résumé de la recherche

En règle générale, les échantillons de pergélisol sont décrits qualitativement sur le terrain en fonction de la teneur en glace visible ou non visible. Ces descriptions peuvent inclure des cryostructures de la glace et des sédiments, et un sous-ensemble de ces observations

peut être combiné avec des analyses destructives pour quantifier la teneur en glace volumétrique, l'excès de glace, la teneur en humidité gravimétrique et la matière organique du sol. Compte tenu des limites des méthodes visuelles et expérimentales de classification de la glace de sol et de mesures de l'excès de



**Figure 2 :** Reconstruction tridimensionnelle du noyau diamict mettant en évidence les principaux composants identifiés lors du processus de segmentation de l'image des données CT.

glace, ainsi que des différentes tailles d'échantillons et des différents niveaux de résolution de ces méthodes, il est nécessaire de développer des méthodes cohérentes et interopérables pour classer et estimer la glace de sol qui peuvent être utilisées sur tous les types de sédiments.

Cette étude a utilisé l'imagerie CT et MSCL comme méthodes non destructives pour s'attaquer aux limites des méthodes traditionnelles de caractérisation du pergélisol en mesurant la densité apparente congelée et en estimant quantitativement l'EIC et le VIC à partir de cinq échantillons de pergélisol à une résolution spatiale élevée. Les résultats concordent avec les analyses destructives (méthode cuboïde), démontrant que ces approches peuvent produire des résultats cohérents et offrir l'avantage supplémentaire d'archives numériques améliorées des propriétés physiques du pergélisol.

### Passer à l'action

Ces méthodes deviennent des pratiques standard au laboratoire Permafrost ArChives (Permafrost ArChives Laboratory ou PACS Lab). Cela garantira le développement continu d'une archive numérique robuste des propriétés physiques du pergélisol. Cet enregistrement numérique contribuera au développement de produits de distribution du pergélisol à l'échelle régionale, qui sont essentiels au développement et à l'entretien des infrastructures du Nord. Les approches non destructives maintiennent la disponibilité du matériau pour des investigations futures.

### Connections to other projects

- 1 Ce projet fait partie du Thème 1 – *Caractérisation du pergélisol* et complète d'autres projets des thèmes 1, 2 et 3. Il est lié à une autre étude du thème 1, *Permafrost Index Properties* par Omid Asghari.
- 2
- 3

### Partenaires, membres de l'équipe et soutien

Le projet a nécessité une collaboration avec des chercheurs de l'Université de l'Alberta, du PACS Lab, de la Commission géologique des Territoires du Nord-Ouest, des communautés du Sahtu et des assistants de recherche.

### Reconnaitssances, remerciements et financement

Ce projet a été financé par le PermafrostNet du CRSNG. L'infrastructure du PACS Lab a été financée par la Fondation canadienne pour l'innovation, le gouvernement de l'Alberta et l'Université de l'Alberta. Nous remercions également Geotek et Nikon Metrology pour leur soutien et leurs commentaires constructifs.

### Références

- J. Pumple et al., « [Non-destructive multi-sensor core logging allows for rapid imaging and estimation of frozen bulk density and volumetric ice content in permafrost cores](#) », *The Cryosphere*, 18(1), p. 489 à 503, 2024.

