

Développement d'une méthodologie pour la conception de système de drainage à faible impact le long des infrastructures de transport construites en milieux de pergélisol



JULIE MALENFANT LEPAGE MSc., CANDIDATE AU PH.D.,
CEN ET UNIVERSITÉ LAVAL

GUY DORÉ ing. PhD, CEN ET UNIVERSITÉ LAVAL

DANIEL FORTIER PhD., CEN ET UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



1. Introduction de la problématique

2. Objectifs de recherche

3. Méthodologie

- Développement théorique – Adaptation du Nombre de Péclet et utilisation d'un l'érodimètre
- Développement d'un modèle numérique 3D

4. Collecte de données sur le terrain

- Ilulissat, Groenland
- Alaska Highway, Yukon
- Salluit, Nunavik

La conception d'un système de drainage est l'une des étapes les plus importantes à considérer lors de la construction des routes, des chemins de fer et des pistes d'atterrissage
(Jonhston, 1981)



Peel Plateau – accumulation d'eau et dégradation d'un ponceau au km 90, Yukon (EBA, 2013)

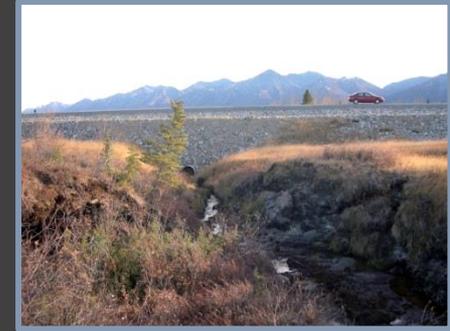
Dommages causés par l'eau



Accumulation d'eau, Inukjuak



Développement de thermokarst



Érosion thermique

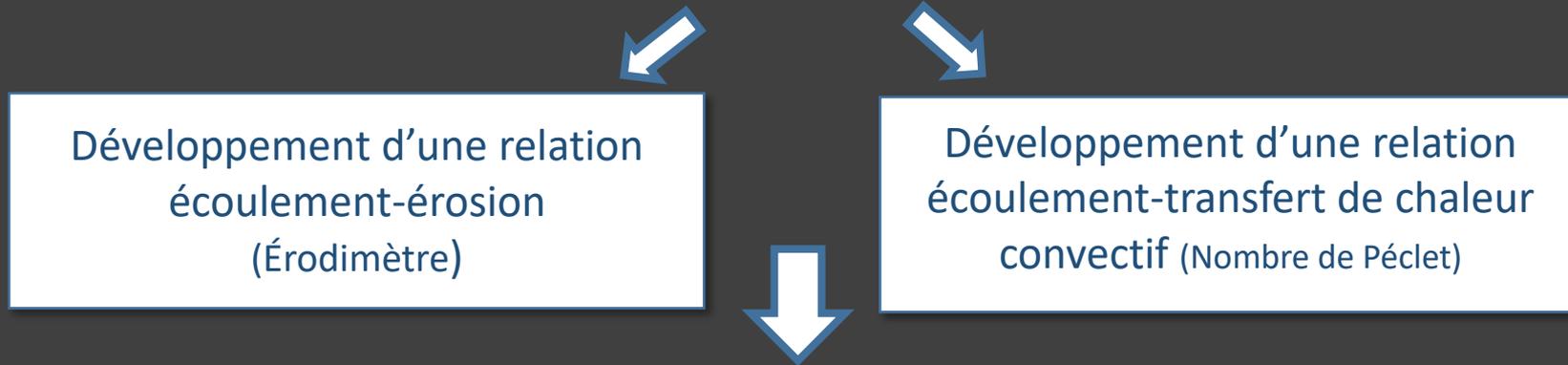


Ruptures de ponceau

Tassements sous la route
d'accès de Salluit avant
réhabilitation et adaptation



Élaboration de **nouvelles stratégies et techniques** pour la conception des systèmes de drainage afin d'atténuer les problèmes de dégradation du pergélisol résultant de l'écoulement d'eau



Évaluation de la **quantité admissible d'eau** pouvant être concentrée dans un canal pour prévenir et contrôler le transfert de chaleur au pergélisol, ainsi que l'érosion des sols

Étape 1: Développement théorique

Étape 2: Développement d'un modèle numérique basé sur le développement théorique

Étape 4: Validation du modèle numérique avec des données expérimentales

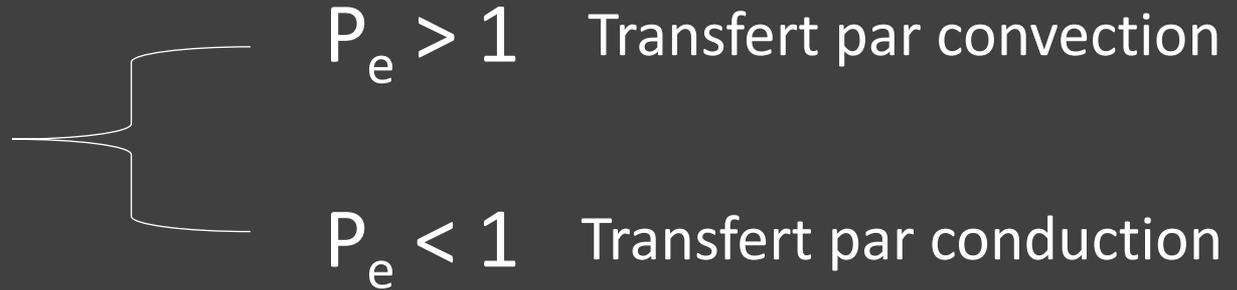
**Étape 3:
Collecte de données aux sites expérimentaux**

Étape 5: Utiliser le modèle numérique pour simuler différentes conditions de drainage en faisant varier les facteurs importants du modèle

Étape 6: Développement d'un modèle de conception

Adaptation du nombre de Péclet pour évaluer l'importance du transfert de chaleur convectif

$$P_e = \frac{\rho c v_f l r}{k_m}$$



(Kane et al., 2001)

Étape 1: Développement théorique

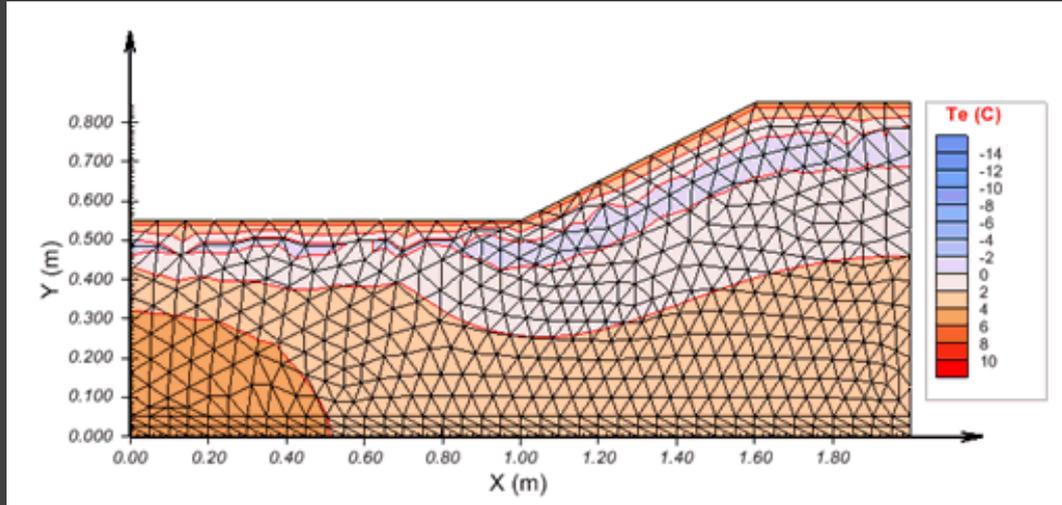
Développement d'une loi écoulement-érosion



Érodimètre (PARTRAC)

*Project en collaboration avec
l'Université norvégienne des sciences et
de technologies NTNU

Mesures in situ de la
contrainte de cisaillement
critique des sols gelés et
en processus de dégel



Élaboration d'un
modèle 3D d'une
route sur pergélisol
avec système de
drainage

Logiciel SVHEAT de Soil Vision

Étape 3: Collecte de données aux sites expérimentaux

SITE 1 : ILULISSAT TEST SITE, GREENLAND

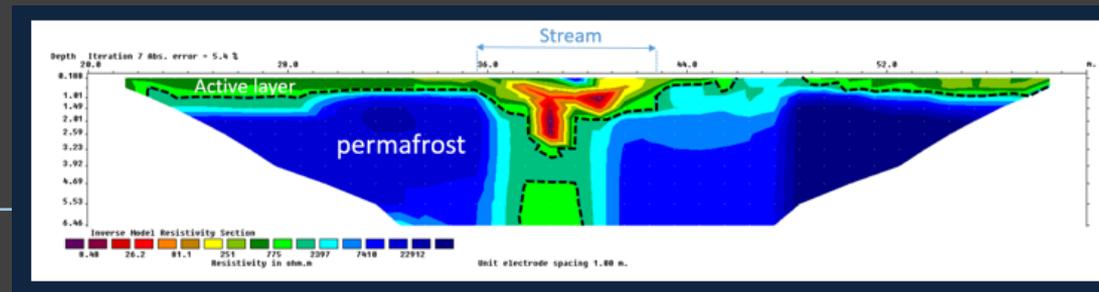


Étude de la dégradation du
pergélisol sous un cours
d'eau en milieu naturel
(2014)

*Project en collaboration avec
l'Université technique du
Danemark DTU

Résultats préliminaires

- ❖ La dégradation du pergélisol due à l'écoulement de l'eau est facilement observable grâce à des valeurs faibles de résistivité (orange – rouge)
- ❖ Une augmentation de la profondeur de dégel est observée de l'amont vers l'aval du cours d'eau
- ❖ La résistivité électrique a le potentiel de devenir un outil utile et rentable pour la conception de tout système de drainage sur le pergélisol



Étape 3: Collecte de données aux sites expérimentaux

SITE 2 : KM 1894 ALASKA HIGHWAY, YUKON



Étude de la dégradation du
pergélisol causée par la
construction d'un fossé
d'interception
(2014-2017)

Étape 3: Collecte de données aux sites expérimentaux

SITE 2 : KM 1894 ALASKA HIGHWAY, YUKON



Topographie et mesures
de la couche active



Résistivité électrique

* en collaboration avec le
Yukon Research Center



Débit

* en collaboration avec le
projet de Loriane Périer

Étape 3: Collecte de données aux sites expérimentaux

SITE 3 : SALLUIT, NUNAVIK



Évaluation d'un nouveau système de drainage et étalonnage du modèle numérique développé avec des données expérimentales **(2012-2017)**

Étape 3: Collecte de données aux sites expérimentaux

SITE 3 : SALLUIT, NUNAVIK



Évaluation de l'efficacité du système de drainage



Étude du bassin versant

* en collaboration avec le projet de suivi de l'adaptation de la route d'accès de Salluit, MTMDET (Loriane Périer et Vincent Lamontagne)

REMERCIEMENTS

Travaux de terrain au Groenland:

Thomas Ingeman-Nielsen : Professeur associé au Département de génie civil de l'Université technique du Danemark DTU

Sonia Tomaskovicova : Étudiante au doctorat au DTU

Benoît Loranger : Étudiant au doctorat, Norwegian University of science and technology – NTNU, Norvège

Travaux de terrain au Yukon:

Loriane Périer : ing. jr. MSc., Transports, Stantec

Chantal Lemieux : Coordonnatrice du programme ARQULUK, Université Laval

Louis-Phillippe Roy : Professionnel de recherche au Yukon Research Center

Florence Lanouette : Étudiante à la maîtrise à l'Université Laval

Laurie-Anne Grégoire : ing. jr. MSc., chargée de projet, Conservation et gestion des chaussées, Englobe

Collaboration de recherche avec l'Université norvégienne des sciences et de la technologie NTNU à Trondheim

Raed Lubbad : Professeur associé au Département de génie civil et de l'environnement, NTNU

Émilie Guegan : Étudiante au doctorat au NTNU

