

# DÉTECTION DE GLACES MASSIVES EN MILIEU PERGÉLISOLÉ PAR LA TECHNIQUE GÉOPHYSIQUE DE MICRO-GRAVIMÉTRIE



**BENOÎT LORANGER** MSc., Candidat au PhD

NTNU - NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
ET UNIVERSITÉ LAVAL

**GUY DORÉ** ing. PhD, CEN, UNIVERSITÉ LAVAL


**DANIEL FORTIER** PhD., CEN ET UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

## Collaborations

Dany Santiago, Scintrex

Thomas Ingeman-Nielsen et Sonia  
Tomasvicova, DTU, Danemark

Jim Coates, Kryotech, Yukon



Julie Malenfant-Lepage, MSc., candidate au  
PhD., Université Laval

Yukon Highways and Public Works – The  
Engineering Branch, dont Bill Stanley, Paul  
Murchison et Harvey Kearns

Yukon Research Centre, dont Fabrice Calmels  
et Bronwyn Benkert

Sol dont la teneur en glace est  $> 250\%$



Photo: Yukon Highways and Public Works



Photo: Don Hayley

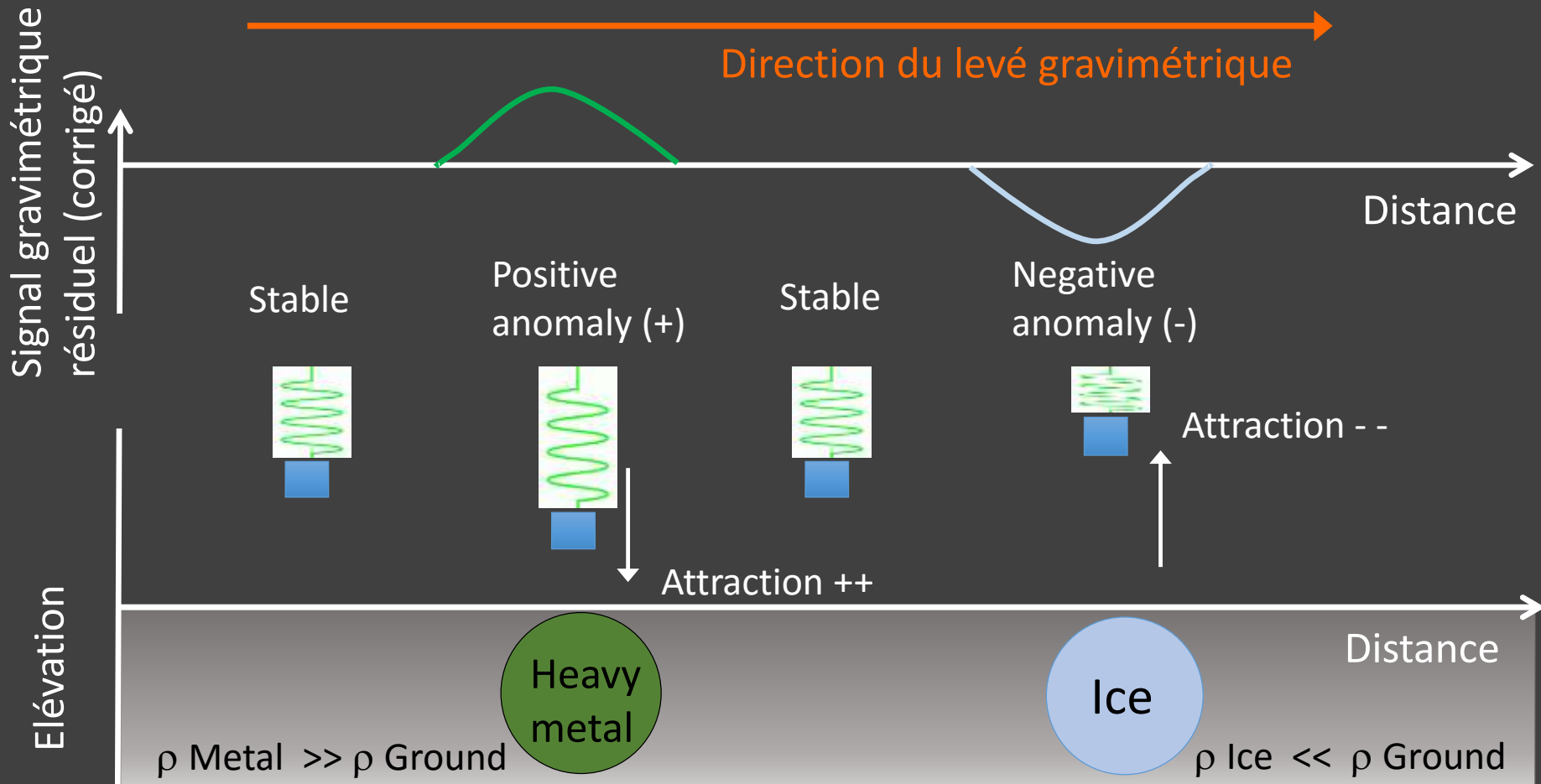


# GLACE MASSIVE - DÉGRADATIONS



Photo: V. Romanovsky (Alaska)

# GÉOPHYSIQUE: GRAVIMÉTRIE

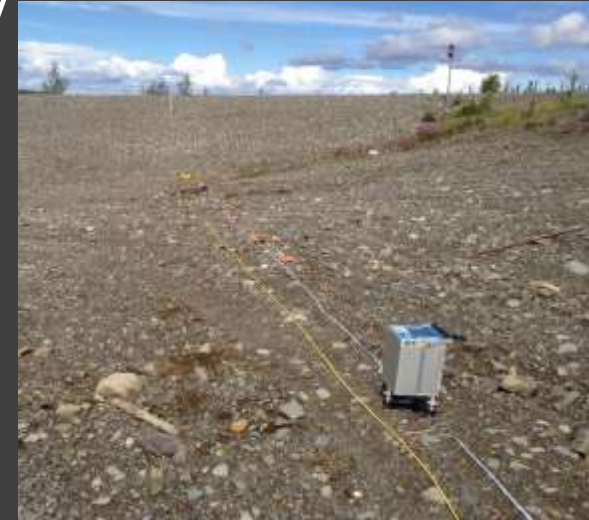




## Utilisation du gravimètre Scintrex CG-3+ Auto Grav

Nécessite plusieurs corrections lors du traitement des données:

- Altitude
- Dérive instrumentale
- Tendence régionale
- Dalle de Bouguer
- Marée-terrestre
- Topographie de terrain (Hammer)



Démontrer la possibilité d'utiliser un gravimètre de haute précision à des fins de détection de glace massive et de sol riche en glace en milieu de pergélisol.

Mettre au point un modèle 2D simple et rapide d'utilisation

# SITES D'ÉTUDES

Alaska Highway, Yukon

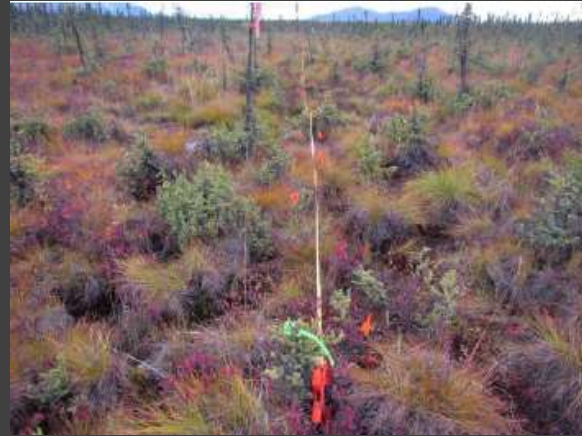
- Dry Creek



# SITES D'ÉTUDES

Alaska Highway, Yukon

- Beaver Creek





# SITES D'ÉTUDES

Groenland  
à 35 km de Kangerlussuaq

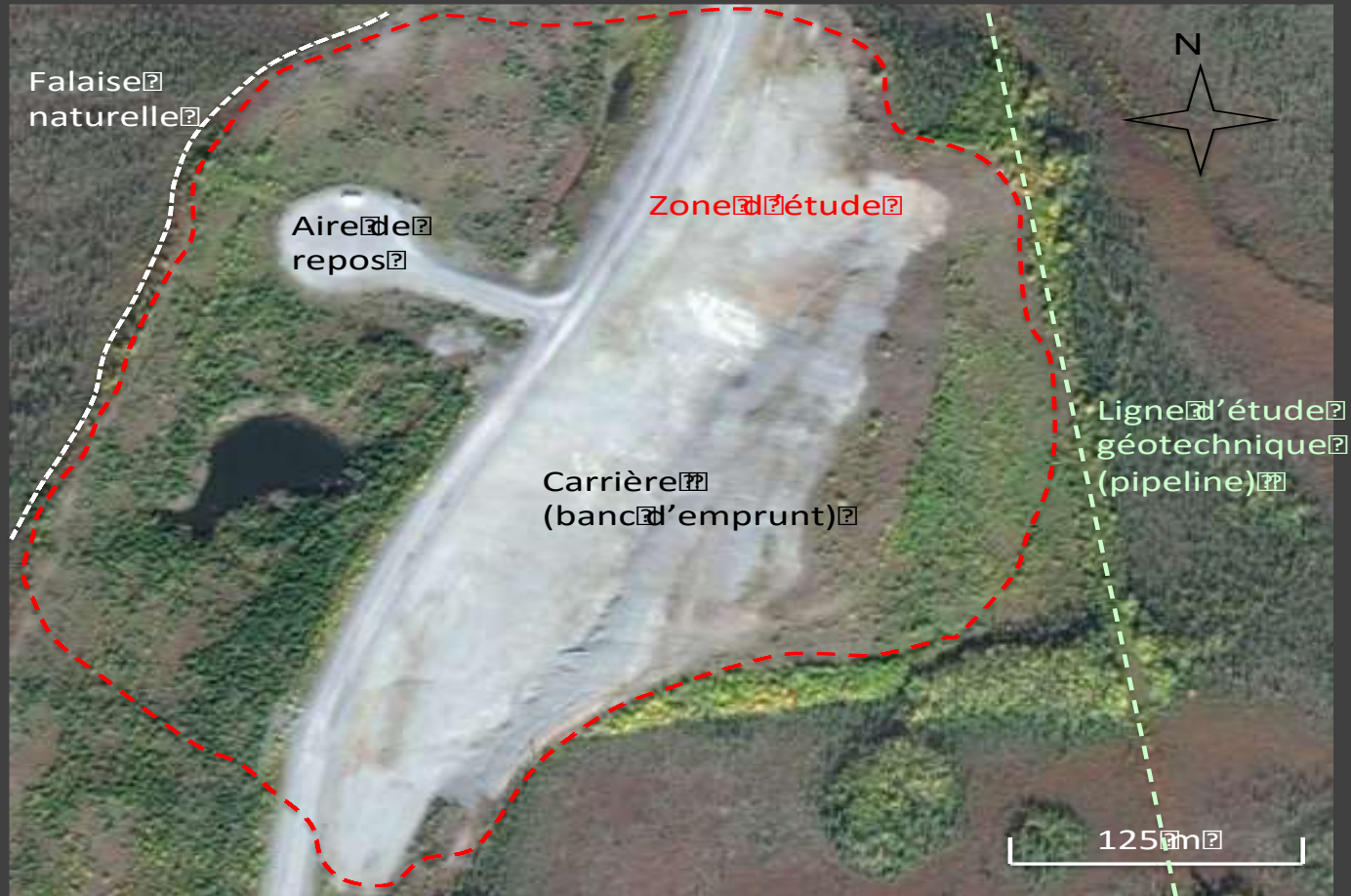


Site coins de glace, DTU

Site en marge de la calotte glaciaire



# DRY CREEK, YUKON







# DRY CREEK, YUKON - FORAGES



0 – 1 m : Matériel de remplissage, sable silteux avec graviers et blocs

1 – 2 m : Silt avec graviers and blocs. Très riche en glace (estimée à 80% de glace)

2 - 9,5 m : Glace massive



9,5 – 12 m : Silt avec graviers et blocs  
Très riche en glace (estimée à 80% de glace)

12 - 12,5 m : Silt avec graviers





Modèle à deux dimensions: Colonnes allongées verticalement (Dobrin et Savit, 1973)

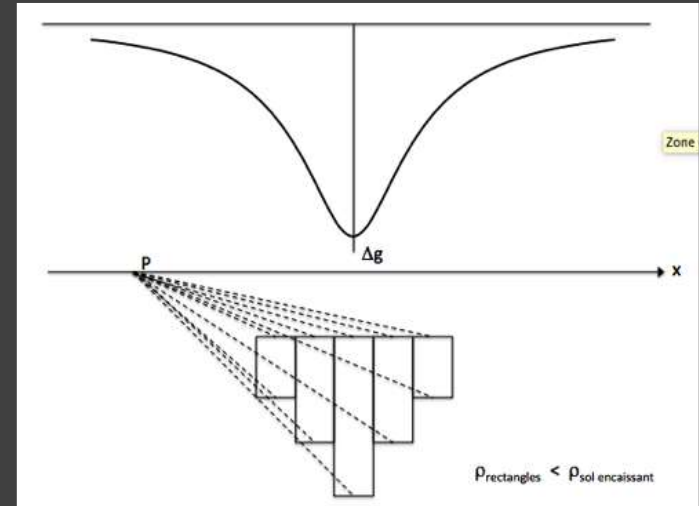
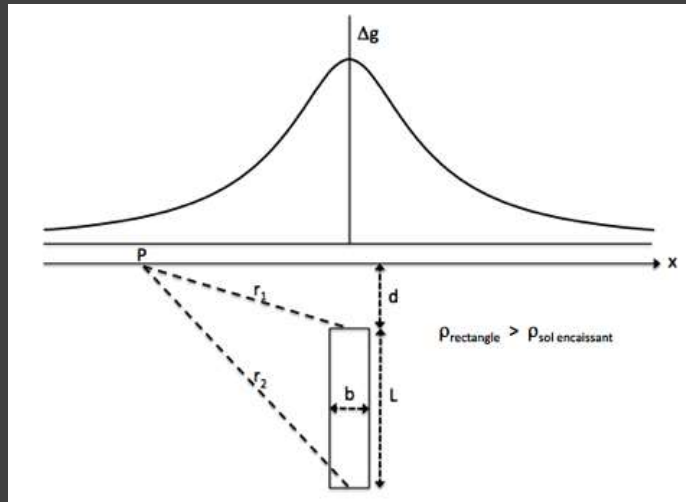
Adapté de Richard Allen, Berkeley Seismological Laboratory, 2004

Modèle:

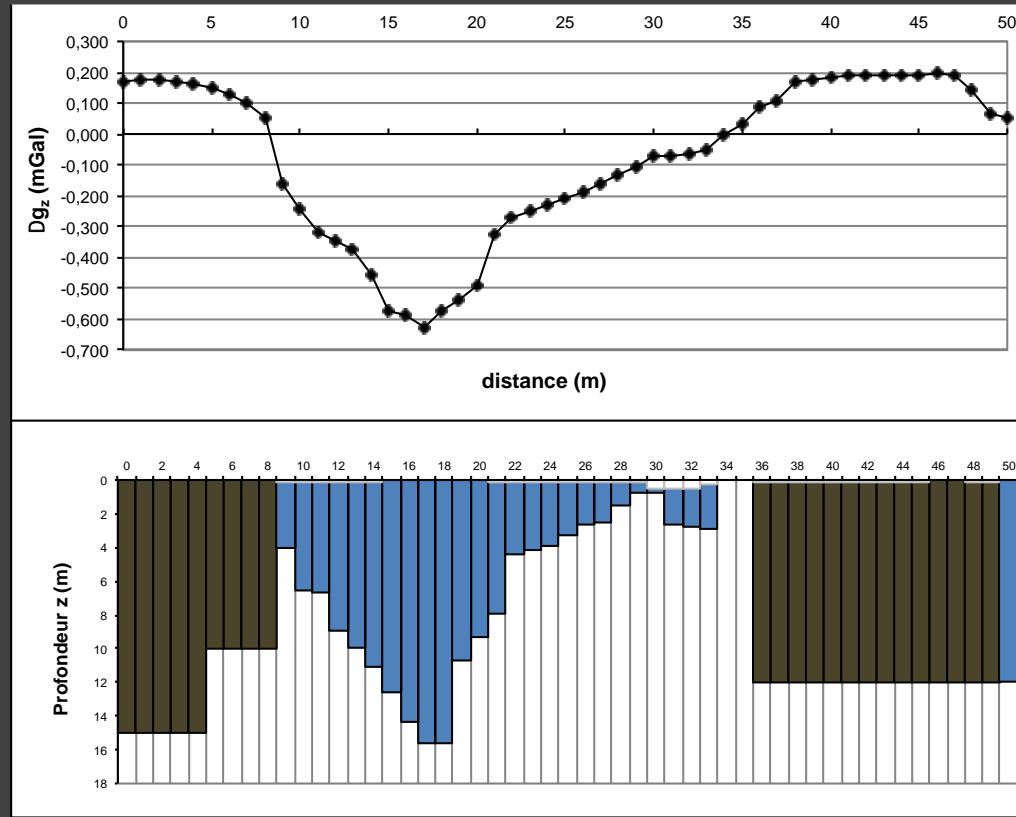
$$\Delta g_z = 2 G \Delta \rho b \ln(r_2 / r_1)$$



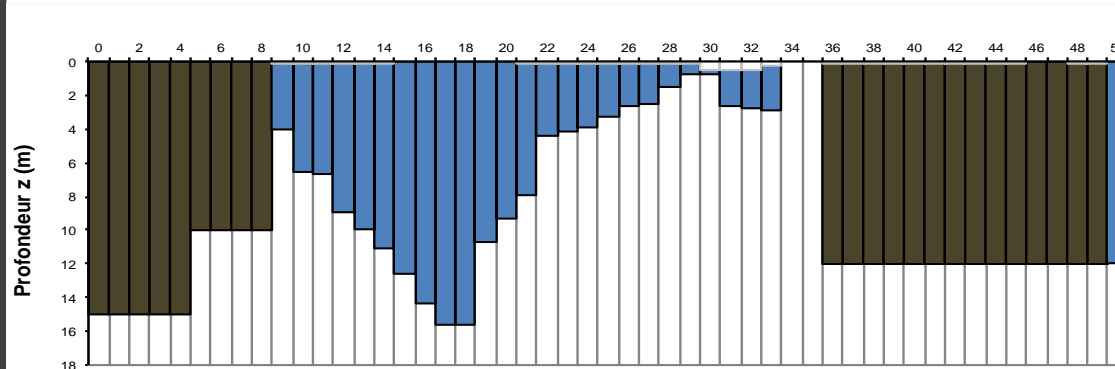
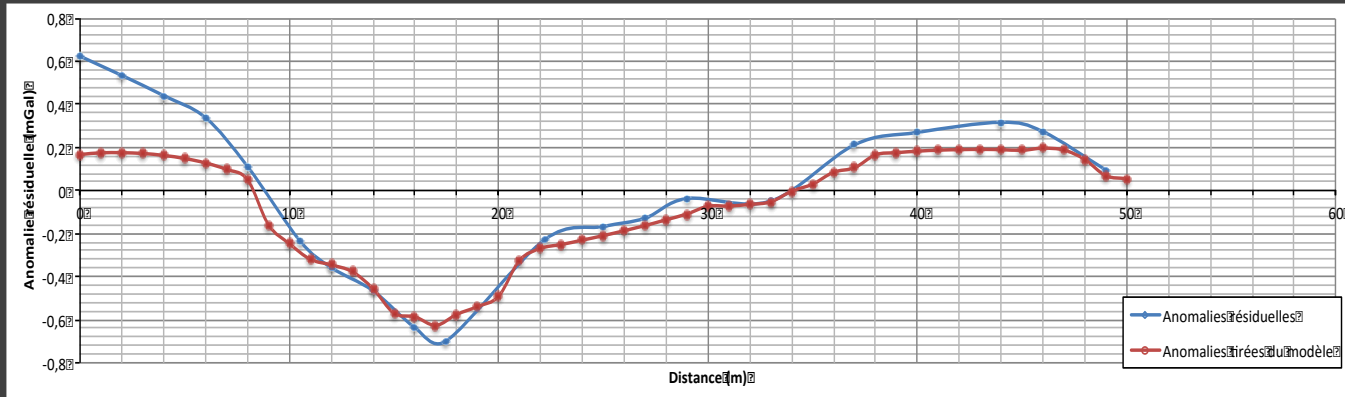
$$\Delta g_z = \Sigma \Delta g_{zi}$$



## Anomalie calculée, modèle de colonnes allongées



## Comparaison entre la courbe d'anomalie résiduelle et l'anomalie calculée avec le modèle de colonnes allongées verticalement



Un modèle a été développé et est cohérent avec les anomalies gravimétriques mesurées

Applicabilité intéressante pour les milieux problématiques

Limite de détection des corps:

- Volume du corps anomal
- Différentiel de masse volumique entre le corps anomal et le milieu encaissant
- Profondeur d'enfouissement



MERCI  
À NOS PARTENAIRES  
ET COLLABORATEURS

