



UNIVERSITÉ
LAVAL



NOTRE NOM EST INNOVATION

Comportement mécanique des sols marginalement gelés

Mathieu Durand-Jézéquel, ing. jr, M. Sc.

Guy Doré, ing., Ph. D., professeur

Jean-Pascal Bilodeau, ing., Ph. D.

Symposium Arquluk

17 mai 2017

Introduction

Mise en
contexte

Méthodologie

Résultats

Implications
pratiques

Conclusion

Plan de la présentation

Introduction - FPInnovations

Mise en contexte

Méthodologie

Résultats

Implications pratiques

Conclusion

FPInnovations

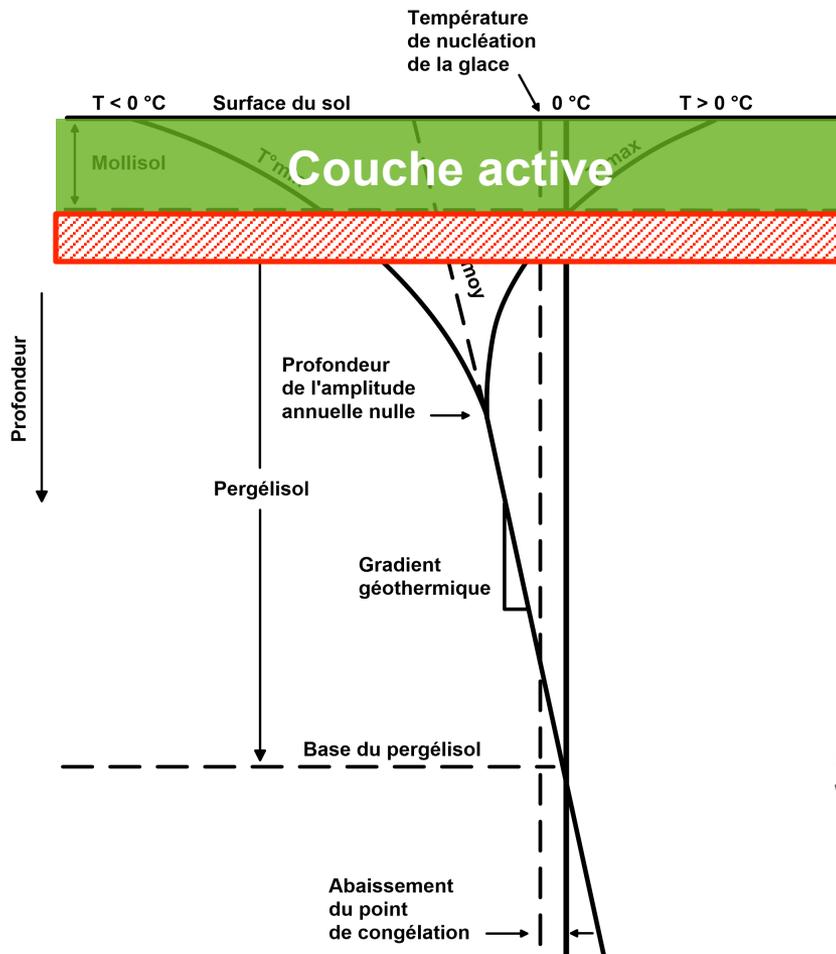
- Parmi les **plus grands** organismes sans but lucratif (OSBL) au **monde**
- Centre de recherche scientifique actif dans le **domaine forestier**
- Récemment impliqué dans l'**adaptation** des **chemins forestiers** face aux **changements climatiques**

Adaptation aux changements climatiques

- Application du protocole du CVIIP pour une route d'accès en Colombie-Britannique



Mise en contexte



Sol marginalement gelé

- En été, $T \approx 0^\circ\text{C}$
- Typiquement riche en glace

Sensible au fluage!

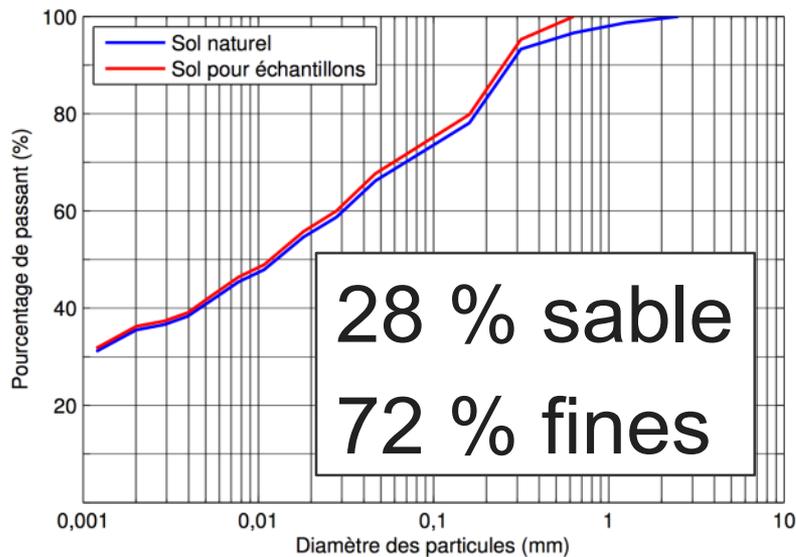
Problématique & objectifs

- Le **fluage** des remblais construits sur **pergélisol** est généralement attribué au poids statique
- Objectif :
Quantifier l'effet des **charges répétées** sur le **fluage** des sols marginalement gelés



Méthodologie

- Échantillons d'argile reconstitués en laboratoire



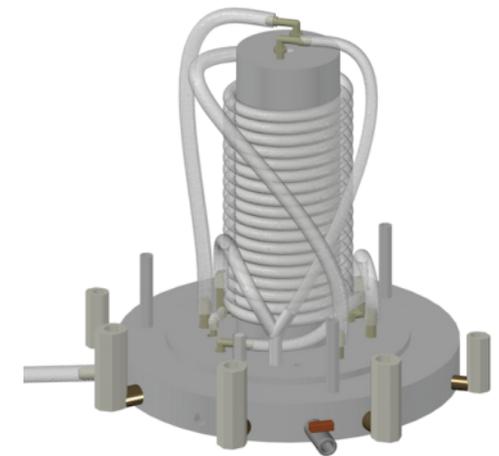
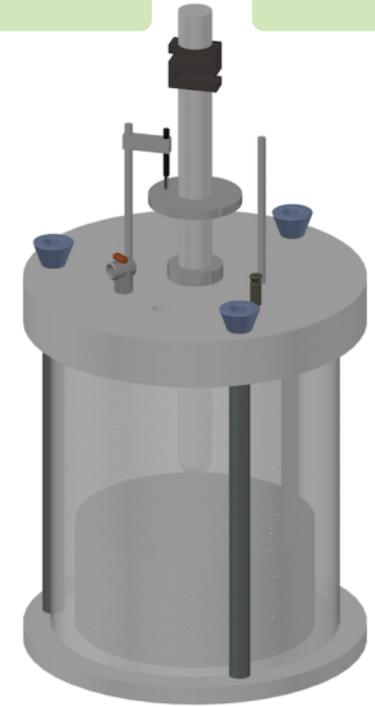
$$w = 50 \% = 1,8 w_L$$

$$S_R \approx 100 \%$$

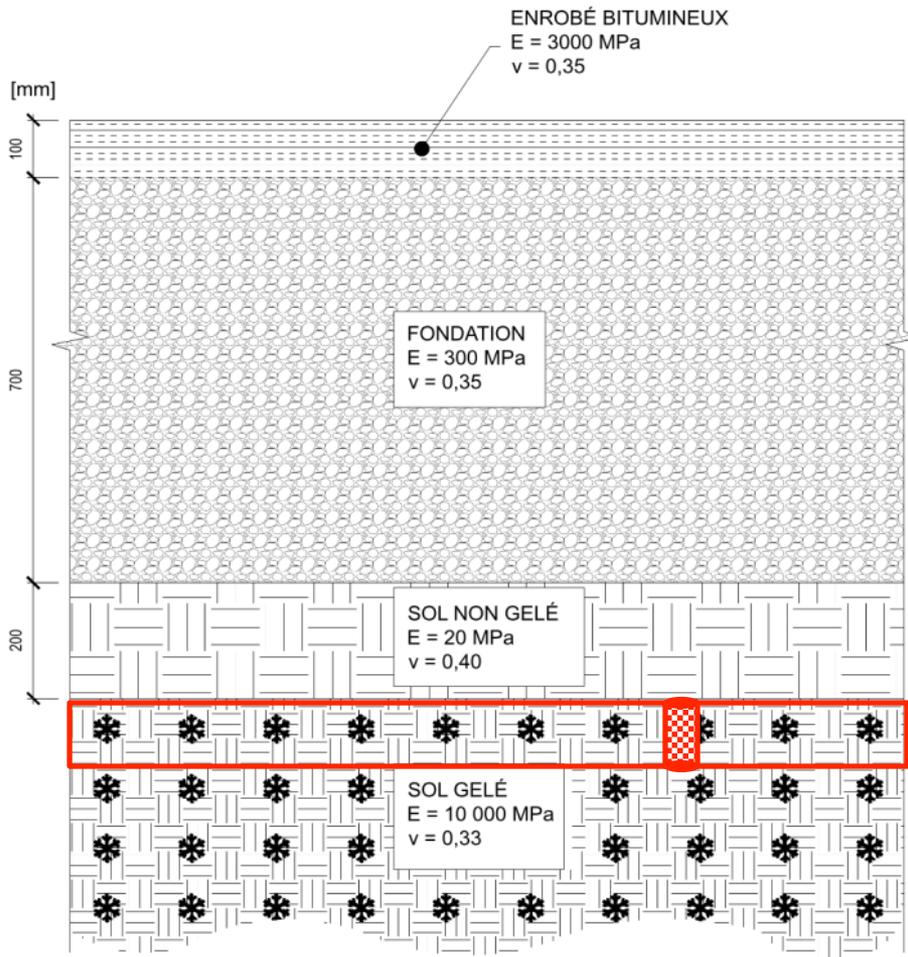


Cellule triaxiale

- Acquisition **précise** de la **température** autour de l'échantillon
- Température contrôlée **indépendamment à 3 endroits**
- **Drainage** de l'eau non gelée



Paramètres d'essais



Charge statique

- $\sigma_v = 20 \text{ kPa}$
- $\sigma_h = 10 \text{ kPa}$

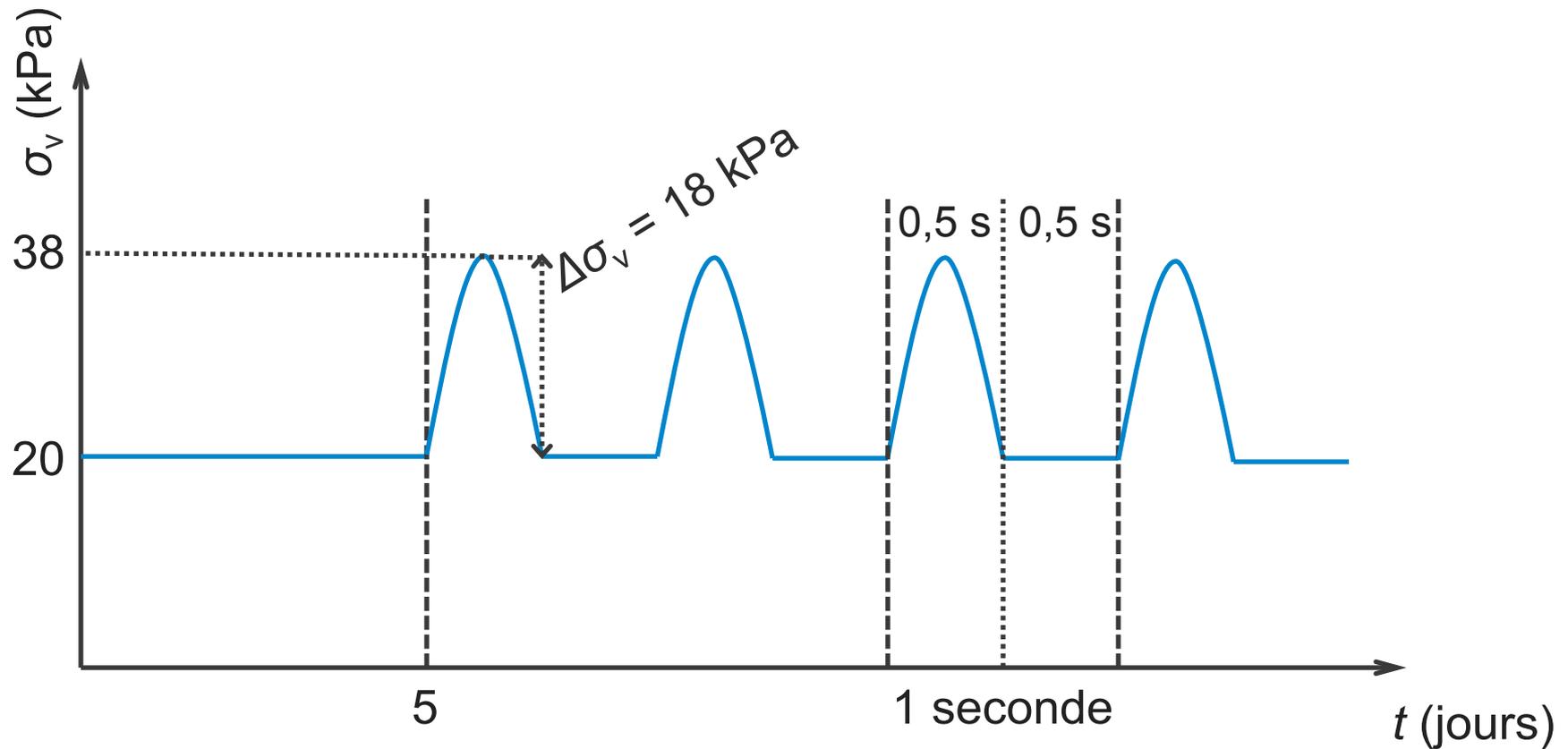
WinJULEA

$\sigma = 700 \text{ kPa}$, $a = 150 \text{ mm}$

Charge dynamique

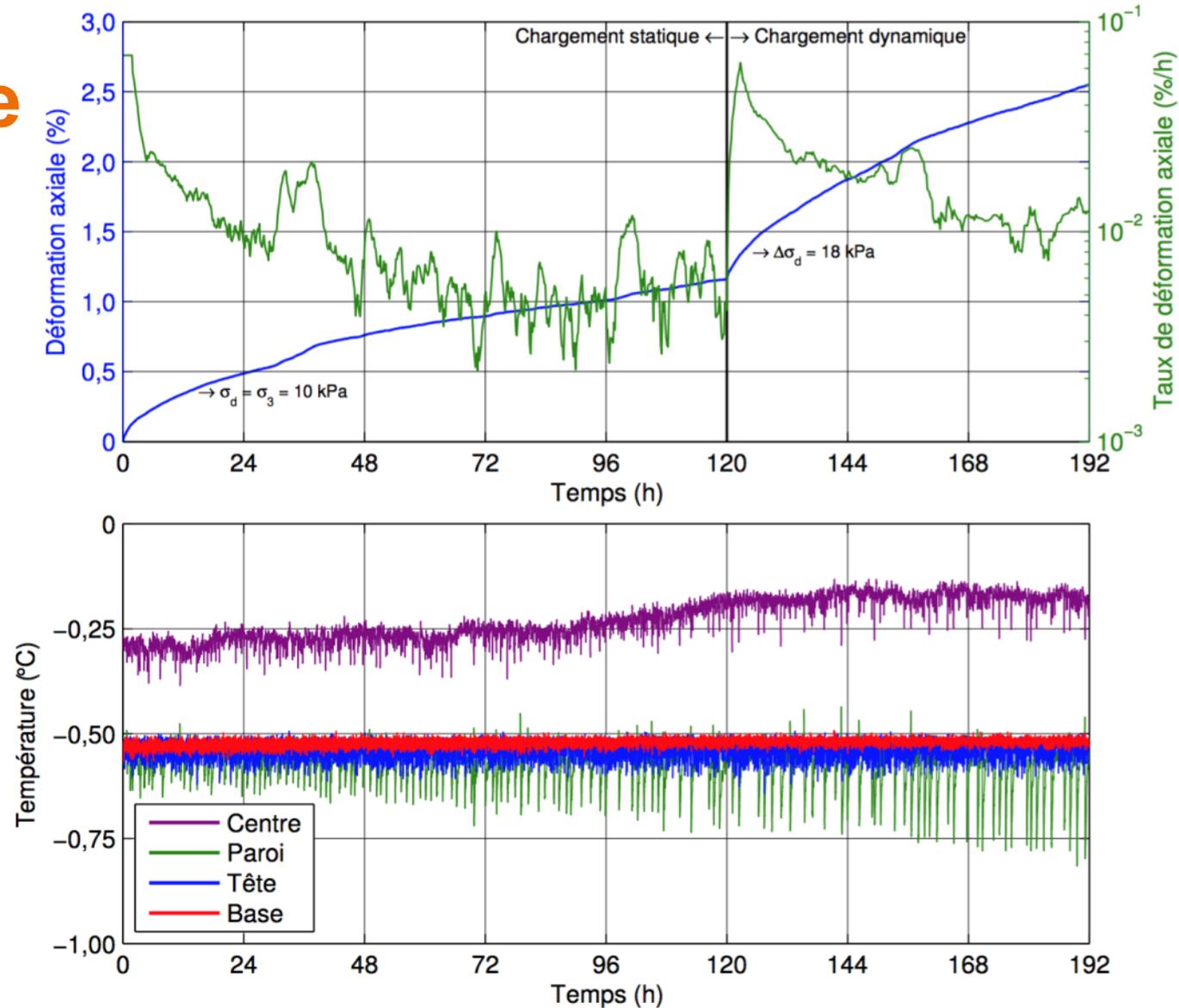
- $\Delta\sigma_v = 18 \text{ kPa}$

Paramètres d'essais

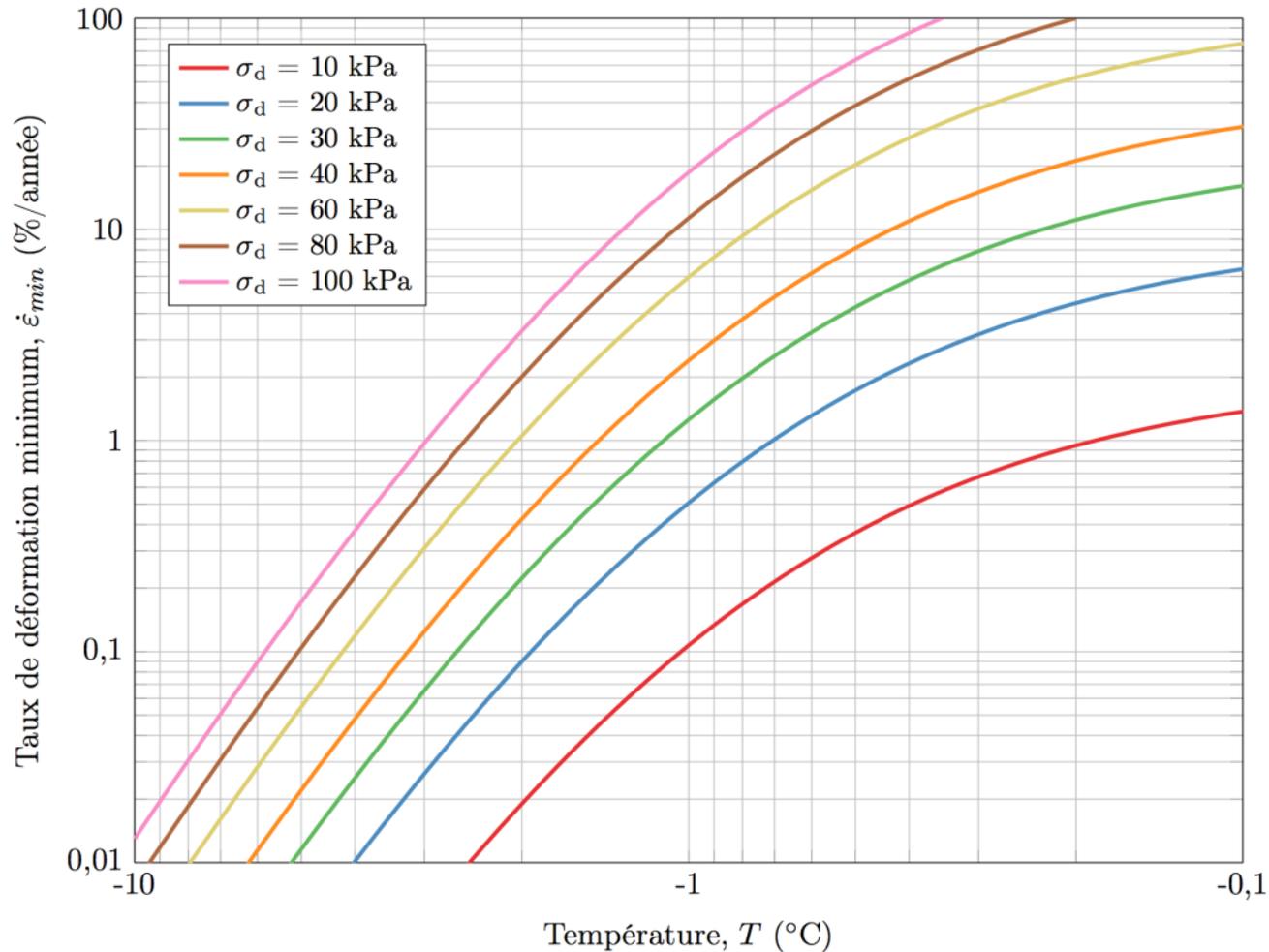


Exemple de résultat

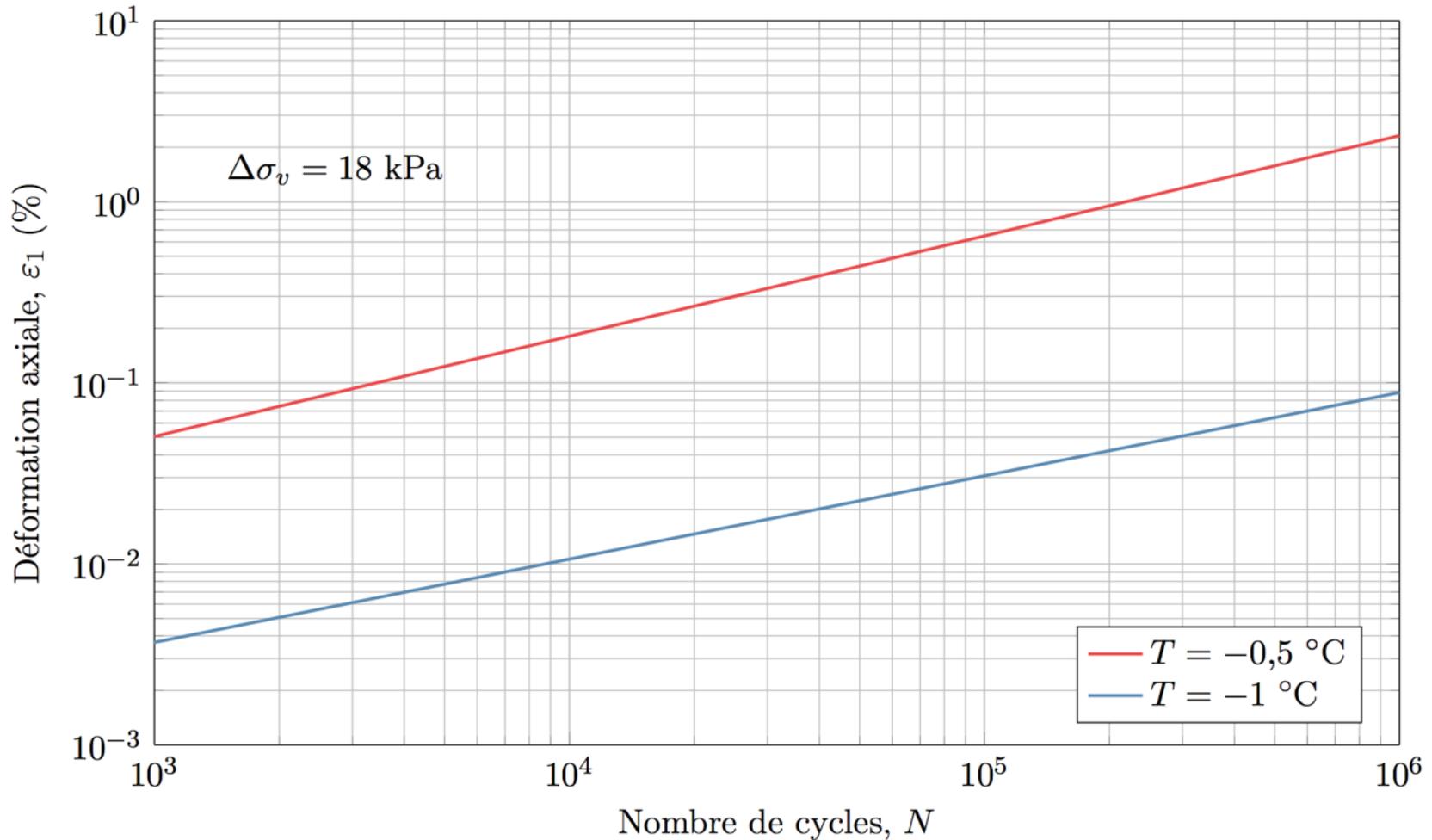
- Eau non gelée récoltée : **5,32 g**



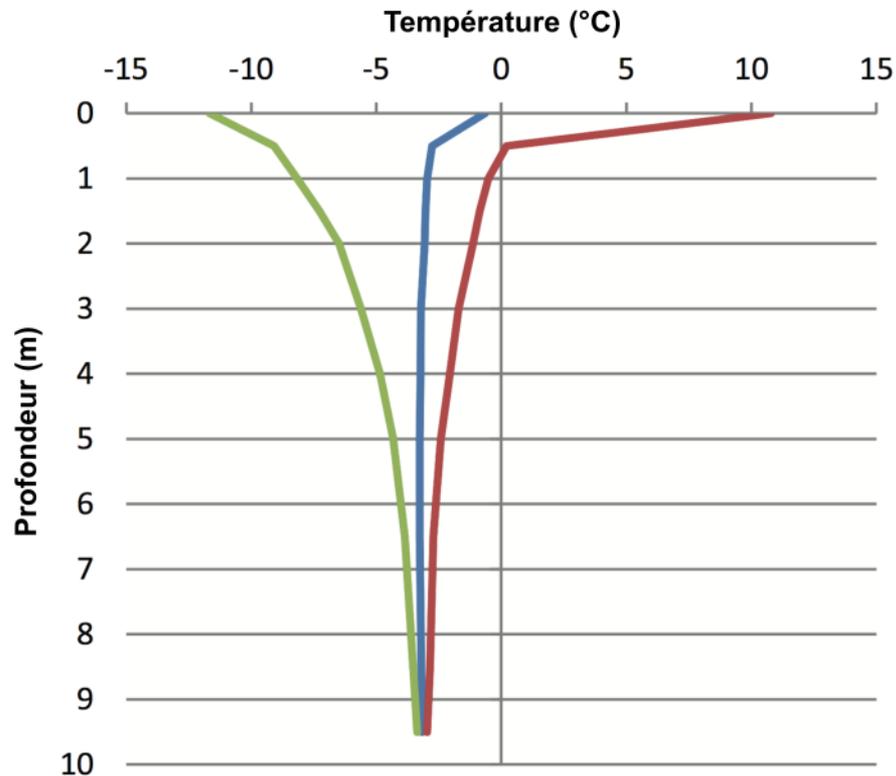
Interprétation – fluage statique



Interprétation – fluage dynamique



Exemple d'application



- Remblai construit sur pergélisol
- Épaisseur remblai : 1 m
- Durée de l'été : 100 jours
- Trafic = 50 camions / jour

Tassement « statique » : 1,1 mm

Tassement « dynamique » : 2,3 mm

Adapté du Northern Climate ExChange (2015)

Interprétation

- L'apport relatif des charges **dynamiques** est important (environ 68 % du tassement total)
- Les tassements annuels sont assez faibles, mais ne tiennent pas compte :
 - du fluage primaire
 - du phénomène de dégel – consolidation dans le pergélisol
 - des tassements dans le remblai
 - des changements climatiques

Conclusion

- Nouvelle méthodologie permettant de réaliser des essais triaxiaux de fluage en conditions drainées
- Abaque de conception a été développé pour évaluer les tassements « statiques »
- Les charges dynamiques peuvent avoir un impact
- Des essais additionnels seraient nécessaires



UNIVERSITÉ
LAVAL



Permafrost engineering research program
Programme de recherche en ingénierie du pergélisol



NOTRE NOM EST INNOVATION

Merci

Pour plus d'information, contactez :

Mathieu Durand-Jézéquel, ing. jr, M. Sc.

Chercheur, Routes et infrastructures

mathieu.durand-jezequel@fpinnovations.ca

Suivez-nous

