

Vibrations de sautage dans les dépôts argileux – Collecte de données

SEEQ, 31 octobre 2025

Antony Gagné et Sarah Bouchard

Ministère des Transports et de la Mobilité durable

Votre
gouvernement

Québec

PLAN DE LA PRESENTATION

1. Introduction

2. Cadre normatif

3. Étude de cas d'instrumentation (Les Bergeronnes)

- Description du site et patrons de sautage
- Résultats des enregistrements (vibrations et pressions interstitielles)

4. Expérimentation terrain (Louiseville)

- Développement capteurs et installation en profondeur
- Objectifs et méthodologie

5. Recherche de sites de travaux de sautage

6. Conclusion

1. INTRODUCTION – Constats généraux

- Les limitations de vitesses en pointe des particules sont typiquement mesurées au niveau des structures
- Les vitesses entre le sautage et la structure peuvent être plus grandes
- Les vibrations peuvent générer des déformations dans les sols
- La diminution des limites de vitesses en pointe des particules entraîne une augmentation des coûts des sautages

Besoin au MTMD de mieux comprendre les effets des sautages sur les dépôts argileux pour établir des recommandations reliées à la géotechnique

1. INTRODUCTION

- Existence de glissements à la suite de sautage dans la littérature
- Compréhension du phénomène peu avancée et/ou documentée
- Divers codes/normes
- Questions à se poser :
 - Comment lier le PPV à des paramètres géotechniques ?
 - Quel est l'effet des vibrations sur les pressions interstitielles?
 - Est-ce que les vibrations de sautage peuvent diminuer la résistance de l'argile localement?

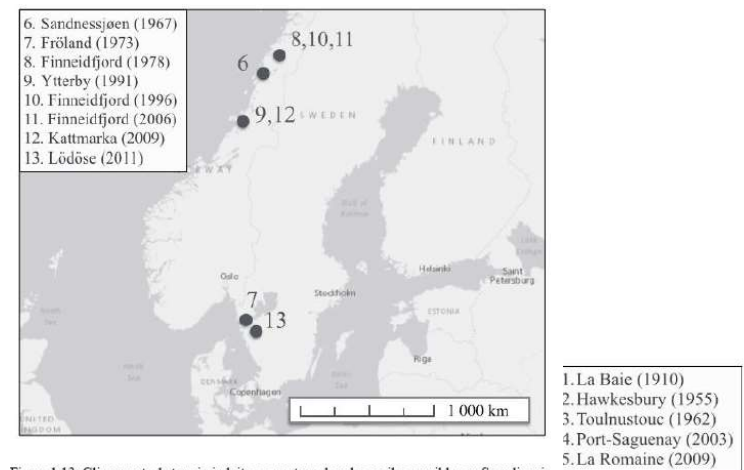


Figure 1.13: Glissements de terrain induits par sautage dans les argiles sensibles en Scandinavie



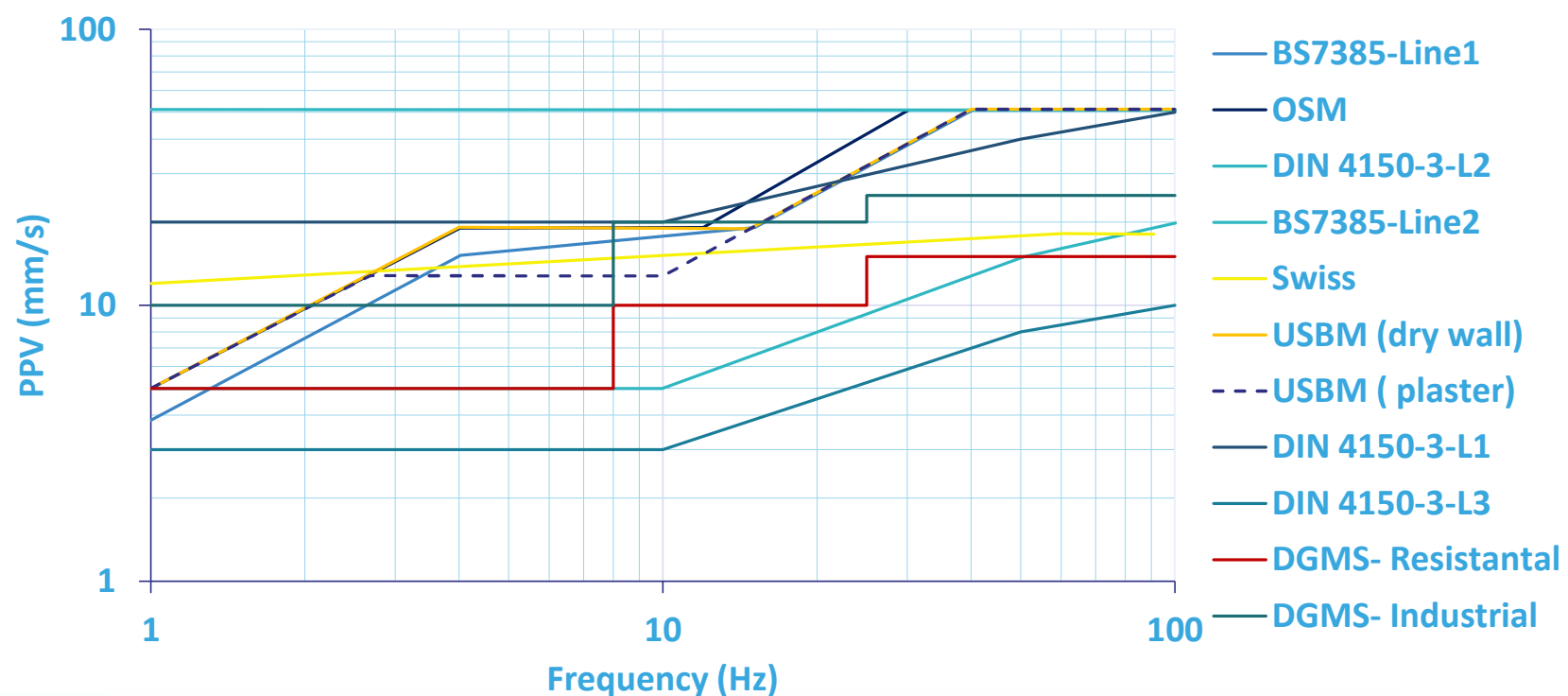
Figure 1.12: Glissements de terrain induits par sautage dans les argiles sensibles au Québec.



1. Cadre normatif

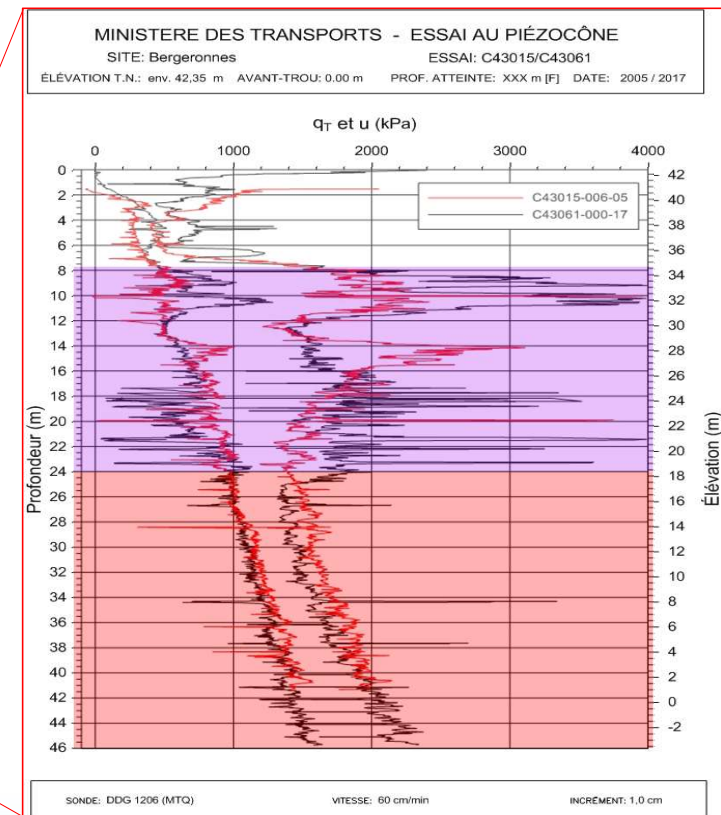
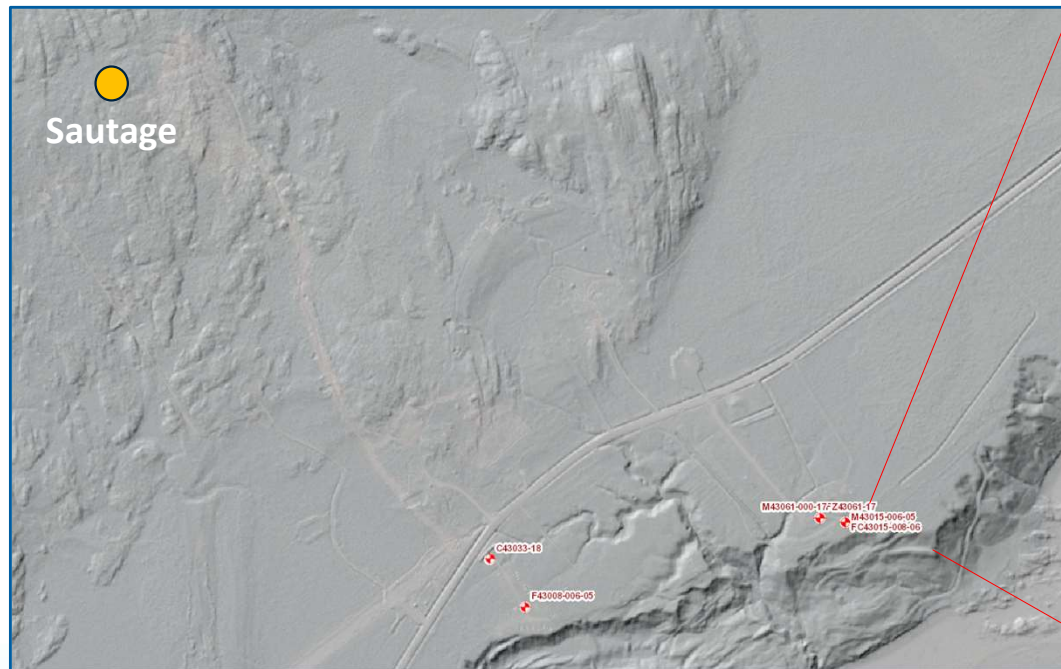
Organisations	Limite v_{pp} (mm/s) à la structure la plus proche
Cahier des charges et des devis généraux section 11.4.4, 2022 (CCDG) – MTMD	<ul style="list-style-type: none">• 25 mm/s aux résidences commerces et autres bâtiments• 50 mm/s aux puits d'alimentation en eau• 50 mm/s aux éléments en béton existants
Directive 019 (2025) – Industrie minière	<ul style="list-style-type: none">• Habitation(s) : 12,7 mm/s
Hydro-Québec (2025)	10 mm/s mesurée au support de ligne le plus proche
Loi sur la santé et la sécurité du travail (2022) – Gouvernement du Québec (Code de sécurité pour les travaux de construction)	Entre 19 mm/s et 31,75 mm/s selon la distance du lieu de sautage (bâtiment, voie ferré, route)

2. Exemple de normes internationales



3. ÉTUDE DE CAS (LES BERGERONNES)

- Localisation et description du site



3. ÉTUDE DE CAS (LES BERGERONNES)

- Informations sur les patrons de sautage.

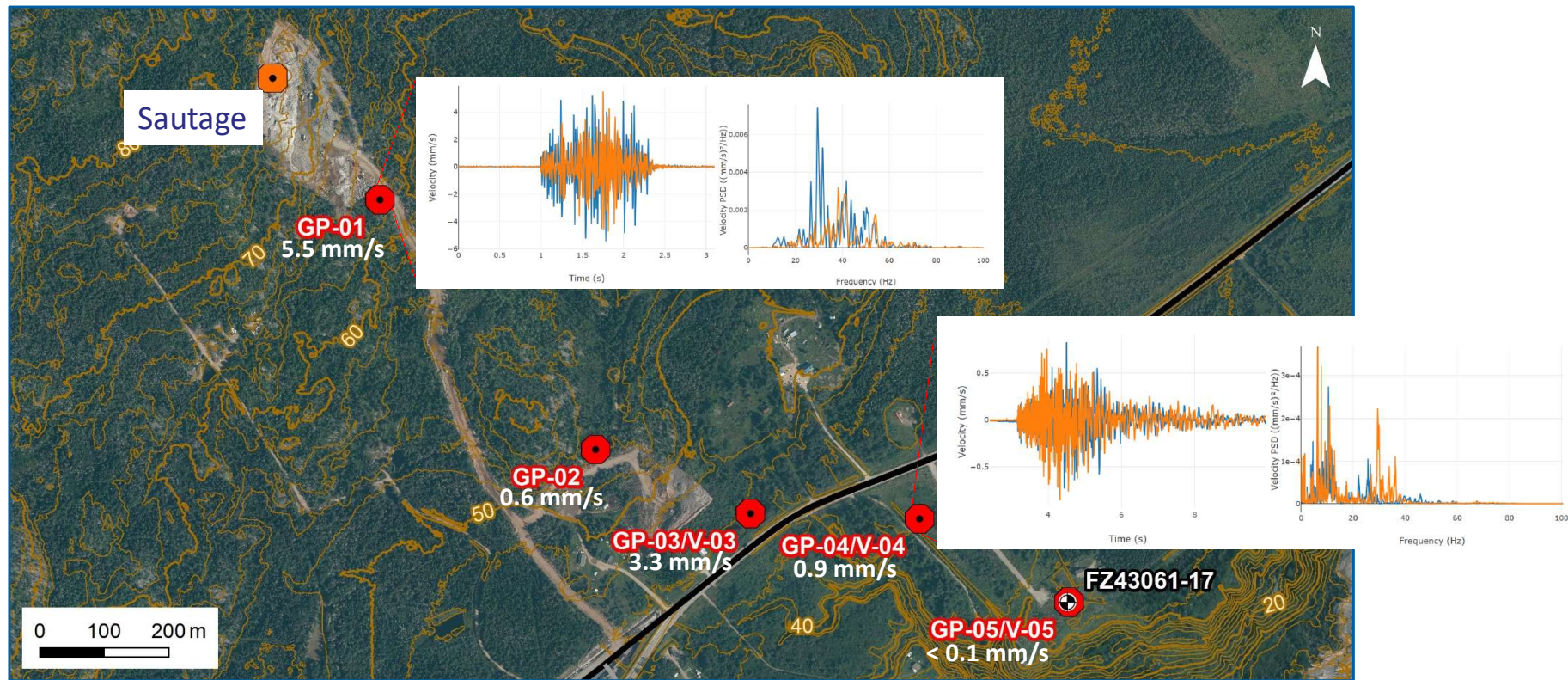
	Blast 1	Blast 2
Blast date	September 12, 2023	November 1, 2023
Number of holes	416	281
Delay time	25 ms	25 ms
Charge per delay	80 kg/hole	135 kg/hole
Type of explosives	Bulk emulsion	Bulk emulsion

- Installation de géophones et d'accéléromètres
 - Installation et synchronisation
 - Options d'enregistrement et les paramètres
 - Analyse des données
- Piézomètres à corde vibrante



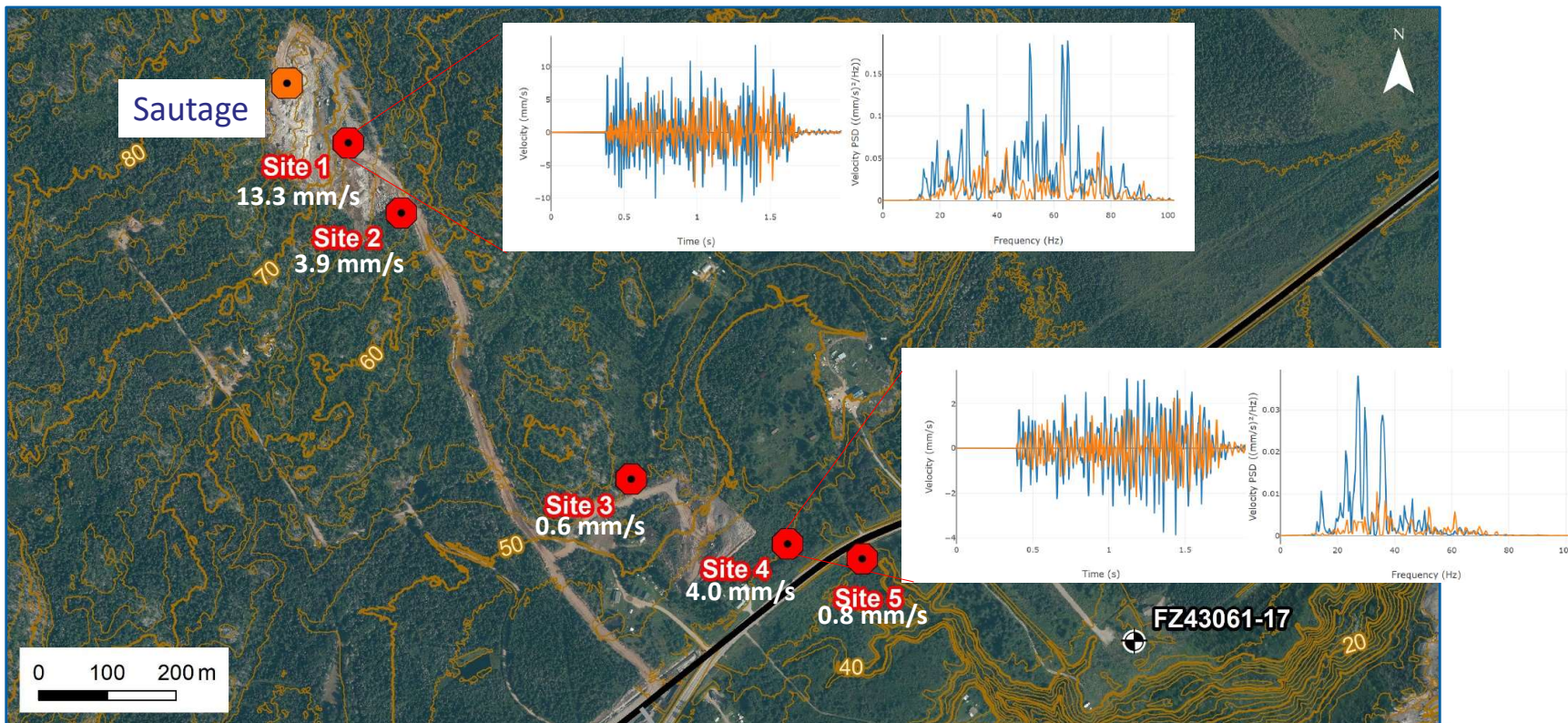
3. DISPOSITION ET ENREGISTREMENT (Sautage 1)

9



3. DISPOSITION ET ENREGISTREMENT (Sautage 2)

9



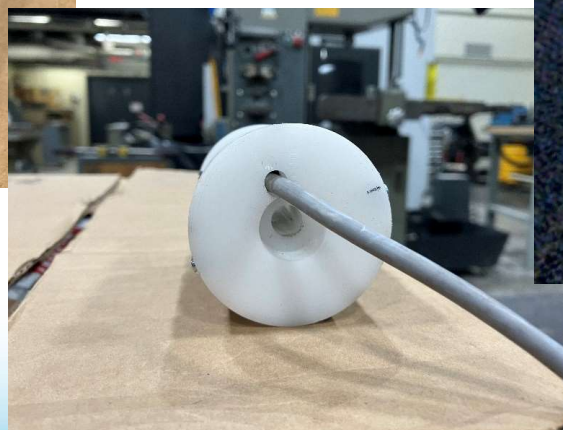
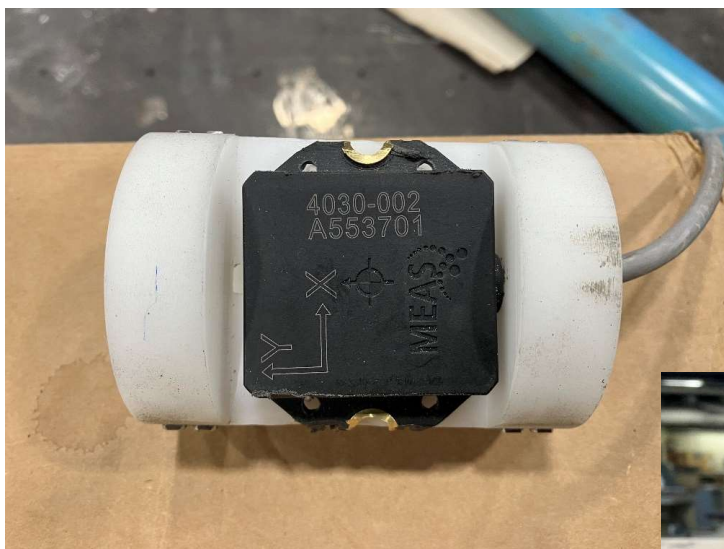


4. EXPÉRIMENTATION (LOUISEVILLE)

- Concevoir un équipement permettant de mesurer les vibrations verticalement à plusieurs niveaux, dans un même trou de forage, avec un enregistrement simultané pour une même sollicitation
- Défi d'instrumentation :
 - Alignement
 - Distance connue entre les capteurs
 - Forte dépendance avec le sol
 - Réutilisation des équipements (pour divers sites)

4. EXPÉRIMENTATION (LOUISEVILLE)

- Développement du système de capteurs



4. EXPÉRIMENTATION (LOUISEVILLE)

JPO

13



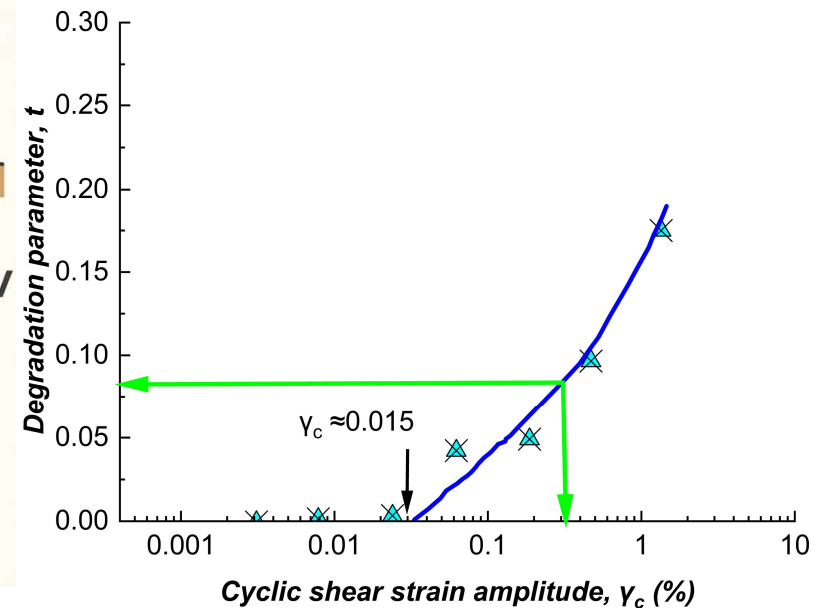
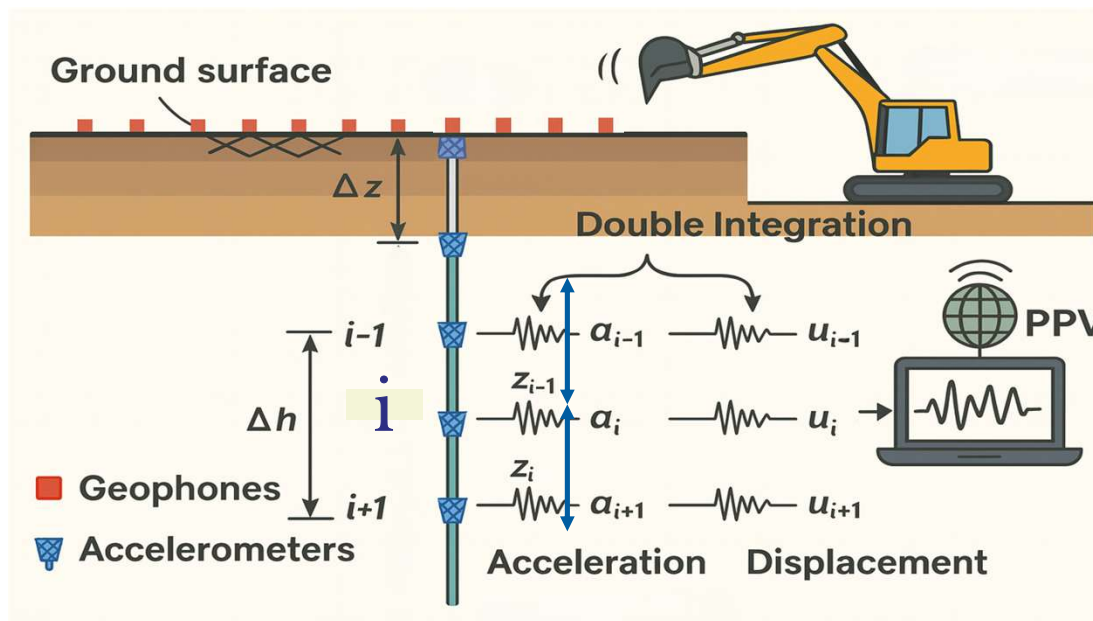
Diapositive 13

JPO

Il faudrait flouter les visages des personnes

Potvin, Janelle; 2025-10-21T21:25:26.518

4. EXPÉRIMENTATION (LOUISEVILLE)



Development of a PPV-strain-based approach for monitoring clay softening induced by construction vibration. Saadallah, Karray, Bouchard and Gagné (2025)

5. Recherche de sites

- Sites de sautage à **proximité d'un dépôt argileux** (moins de 500 m)
- Dépôt **d'argile en surface** ou presque (moins de 2 m de profondeur)
- Avoir **accès** au secteur argileux et à mettre des capteurs de surface à moins de 100 m du sautage
- Réalisation d'une **investigation géotechnique préliminaire** dans le dépôt, avant le sautage (caractérisation, installation de piézomètres et d'un tubage inclinométrique pour l'insertion de nos capteurs)
- Obtenir les informations sur les **patrons de sautage**
- Une carrière ou une mine serait idéale, mais nous sommes ouverts à toute opportunité – possible de se déplacer à l'extérieur de la région de Québec

6. Conclusion

- Besoin au MTMD de mieux comprendre les effets des sautages sur les sols argileux
 - Collecte de données réalisée au site des Bergeronnes
 - Développement d'accéléromètres en série installés en profondeur (Université de Sherbrooke) – Essais à Louiseville
- Nos expérimentations de terrain et les modélisations numériques préliminaires semblent montrer que nous pourrions continuer à utiliser les PPV et enregistrer en surface
- Nous avons besoin de collaborateurs et particulièrement, de sites !
- antony.gagne@transports.gouv.qc.ca