

EMPLOI DE GRANULATS DE VERRE CELLULAIRE COMME ISOLANT CONTRE LES EFFETS DU GEL POUR LES STRUCTURES DE CHAUSSÉE ET DE TROTTOIRS, ÉTUDE COMPARATIVE À LA VILLE DE QUÉBEC.

Pauline Segui, Professionnelle de recherche GCI

Jean-Pascal Bilodeau, Professeur GCI

Erdrick Pérez-González, Professionnel de recherche GCI



Plan

1) Introduction

- Routes nordiques & Résidus de verre
- Granulats de verre cellulaire
- Programme de recherche CRSNG

2) Site Expérimentale à la ville de Québec, Bilan et exploitation des résultats

- A) Thermique
- B) Mécanique

3) Perspectives

1) Contexte

Durabilité structures routières



- Besoin de matériaux légers, isolants performants et durables.

Résidus de verre



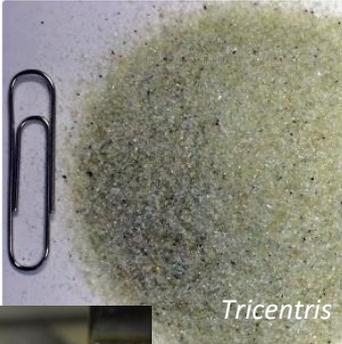
- Besoin de voie de valorisation

Production locale Granulats Verre Cellulaire - **GVC** -
Matériau léger, isolant & drainant.

Principe 3RVE

Granulats Verre Cellulaire - GVC -

- Calcin + Agent Gonflant
- 700- 850 °C
État viscoélastique +
Décomposition gazeuse
- Refroidissement brutal +
Léger concassage
»» 20-60 mm



5 cm

1) Comparatif

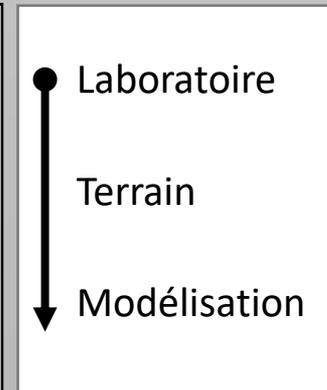
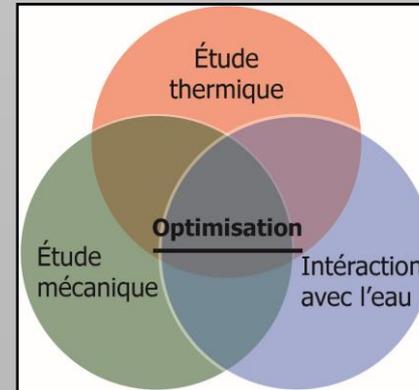
	GVC	XPS	Granulats traditionnels
Masse volumique solide (Kg/m ³)	300	50	2700
Conductivité thermique (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	0,15 - 0,25	0,03 - 0,06	1 – 2
Module réversible (MPa)	120 - 150	15	300 - 400
Résistance en Compression (MPa)	1 - 6	0,25 - 0,4	100 – 600

1) Programme CRSNG RDC 2018/2023

Recherche & Développement Coopératif

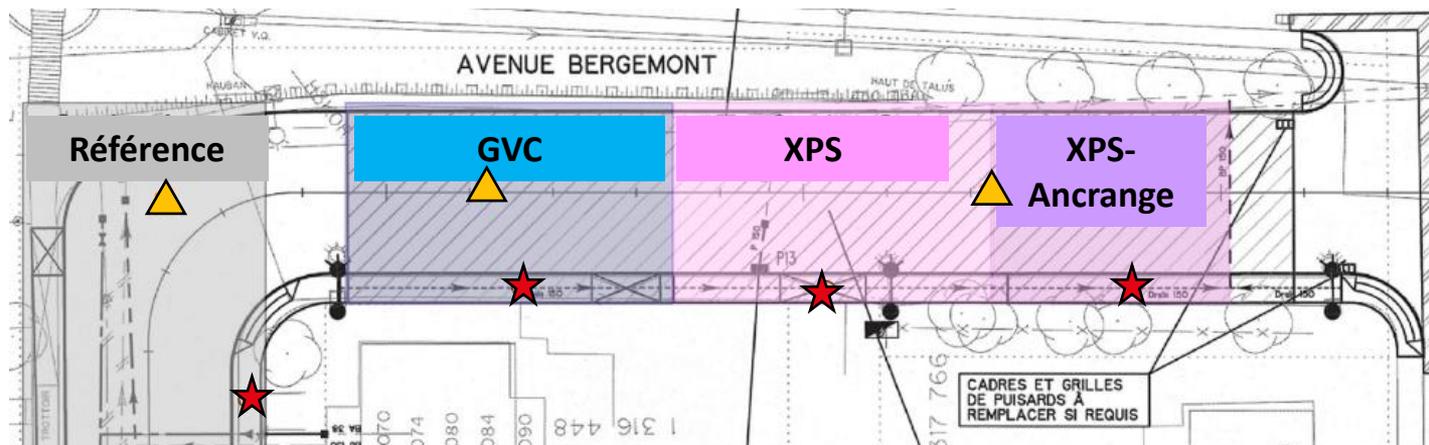


- Guy Doré (Pr. Ph.D., Ing.)
- Jean Côté (Pr. Ph.D., Ing.)
- Jean-Pascal Bilodeau (Pr. Ph.D., Ing.)

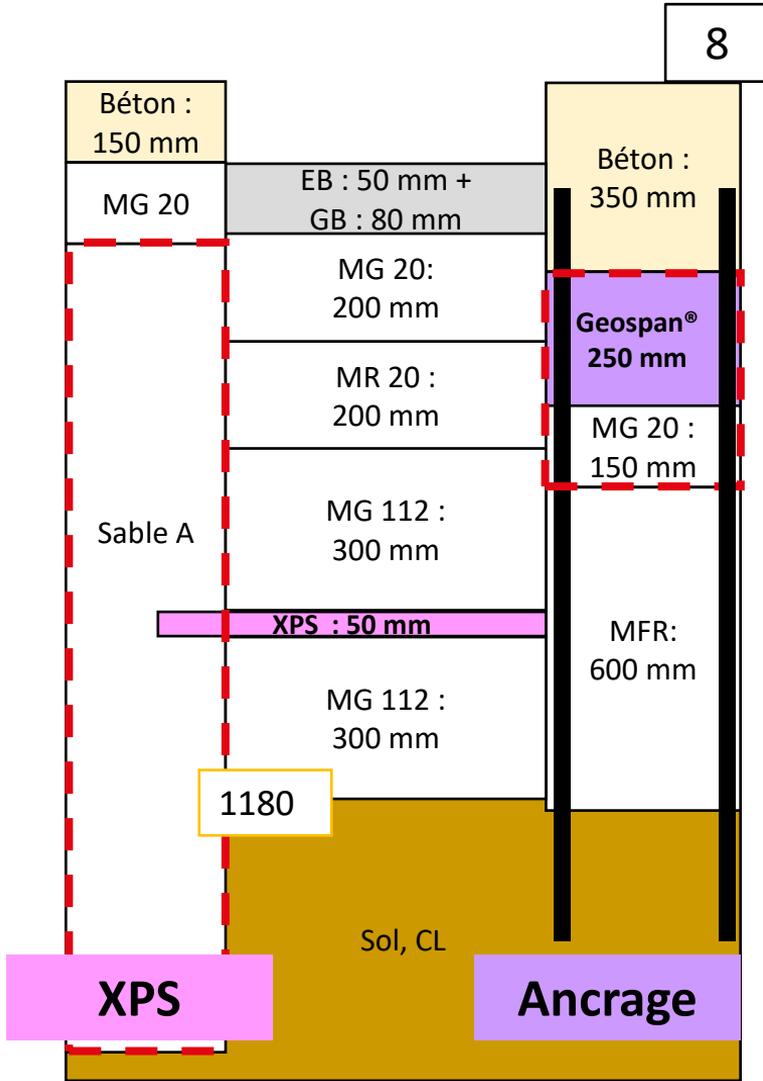
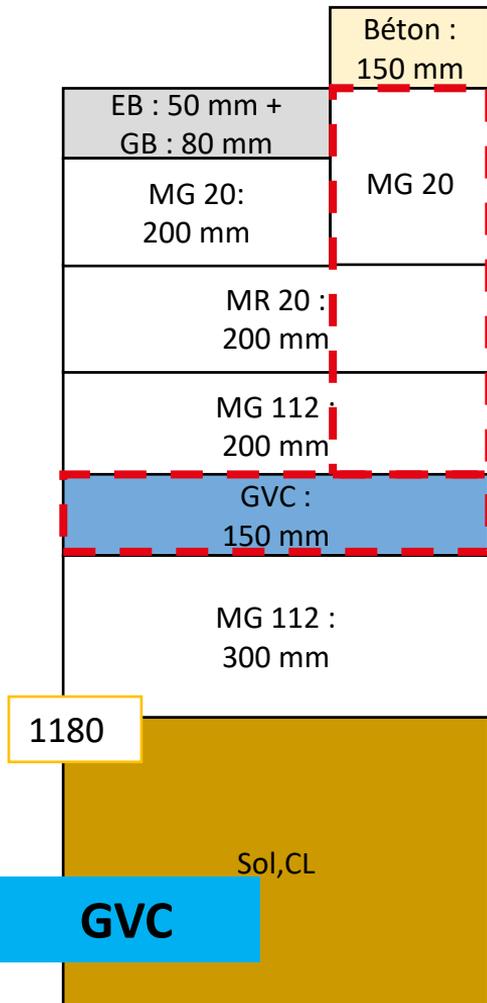
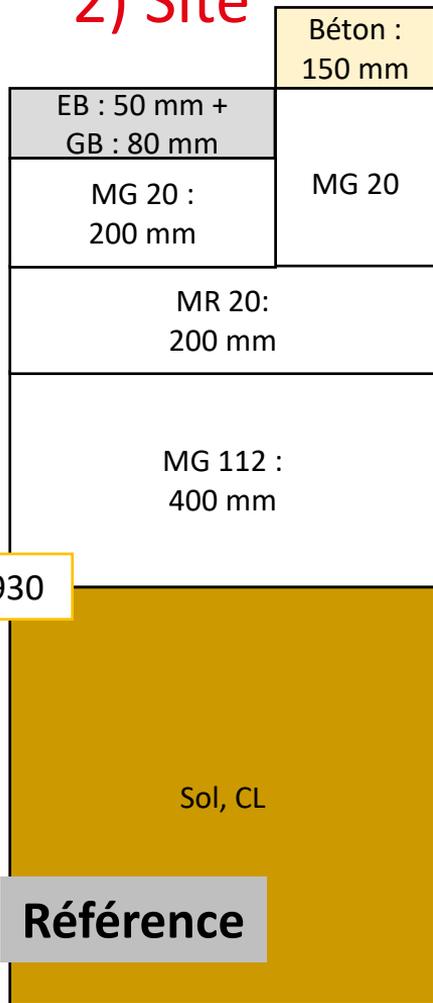


2) Site expérimental ville de Québec : Protection des chaussées et de trottoirs - 2017

-  Thermistance
-  Gelmètre



2) Site



2) Site expérimental ville de Québec : Granulat de Verre Cellulaire (GVC)

EB : 50 mm +
GB : 80 mm

MG 20:
200 mm

MR 20 :
200 mm

MG 112 :
200 mm

GVC :
150 mm

MG 112 :
300 mm

Sol,CL



Recommandation européenne

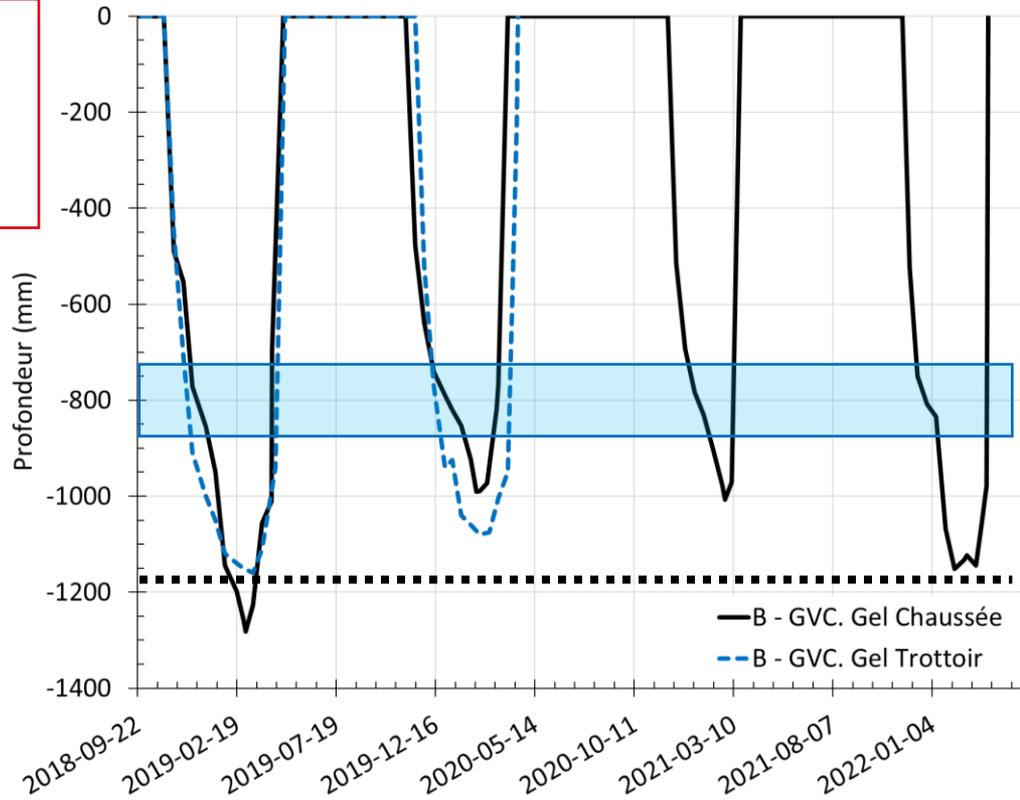
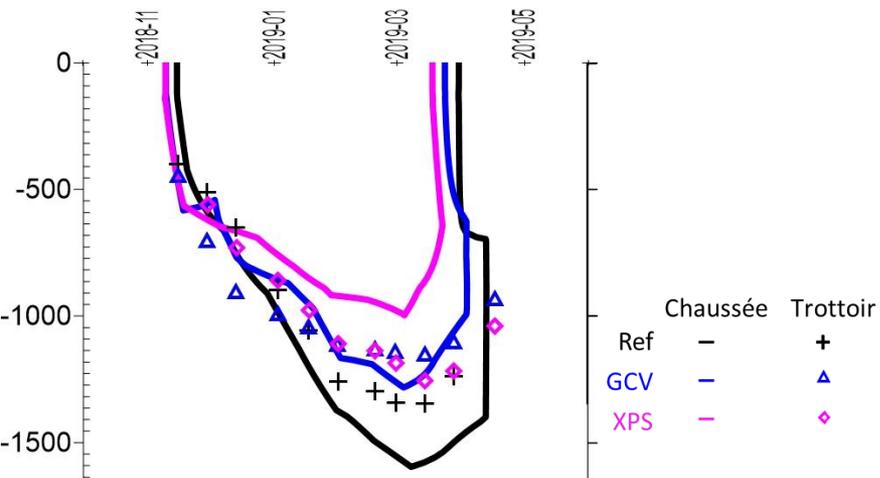
- Usage géotextile
- Dimensionnement vs. XPS 1 : 3
- Compaction chenille (20%)



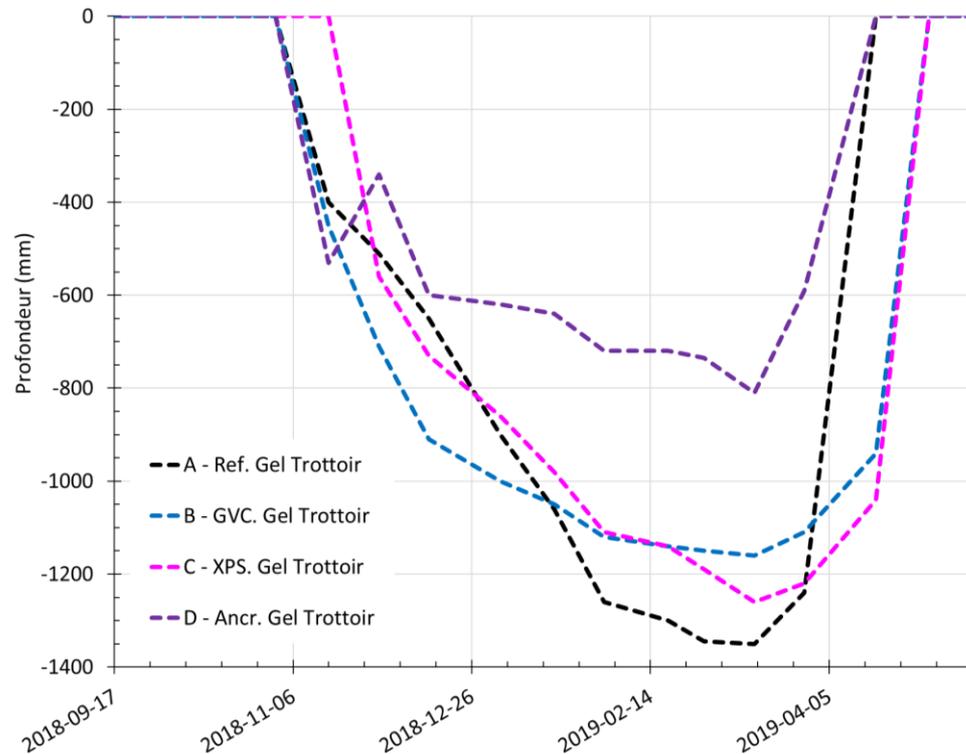
2) Site : Chaussées et trottoirs, profondeurs de gel

Gel a atteint :

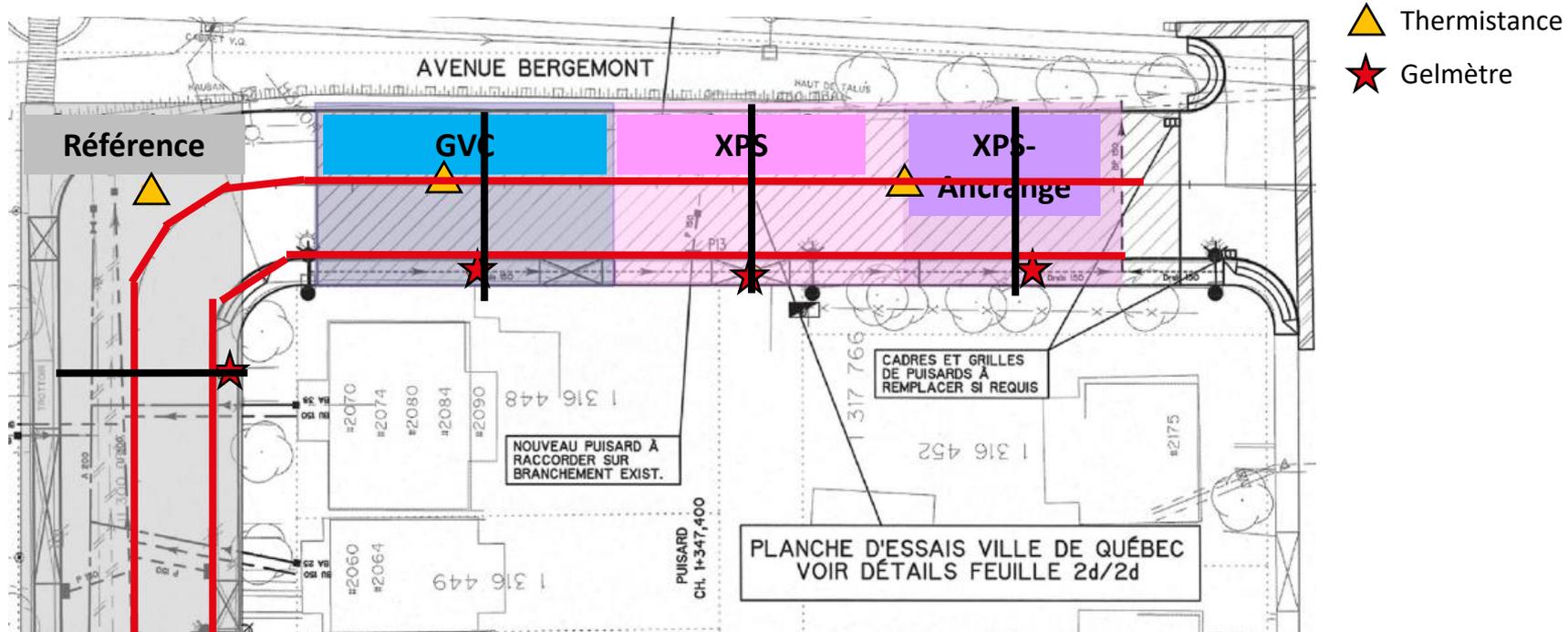
- Chaque hiver sol pour chaussée de référence
- Ponctuellement sol dans chaussée GVC
- Profondeurs proches pour tous les trottoirs



2) Site : Chaussées et trottoirs, profondeurs de gel

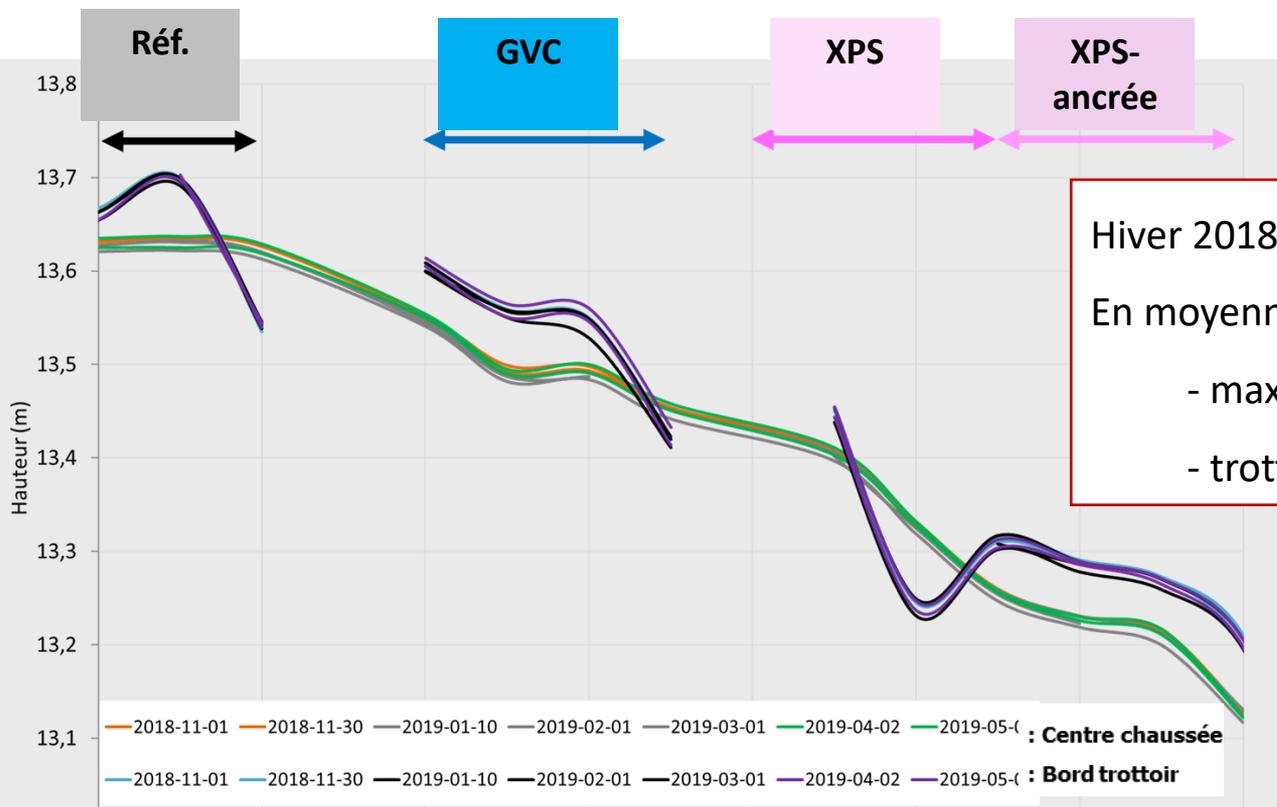


2) Site expérimental ville de Québec : Protection des chaussées et de trottoirs - 2017



- ▲ Thermistance
- ★ Gelmètre

2) Site : Chaussées et trottoirs, Différentiels gonflements



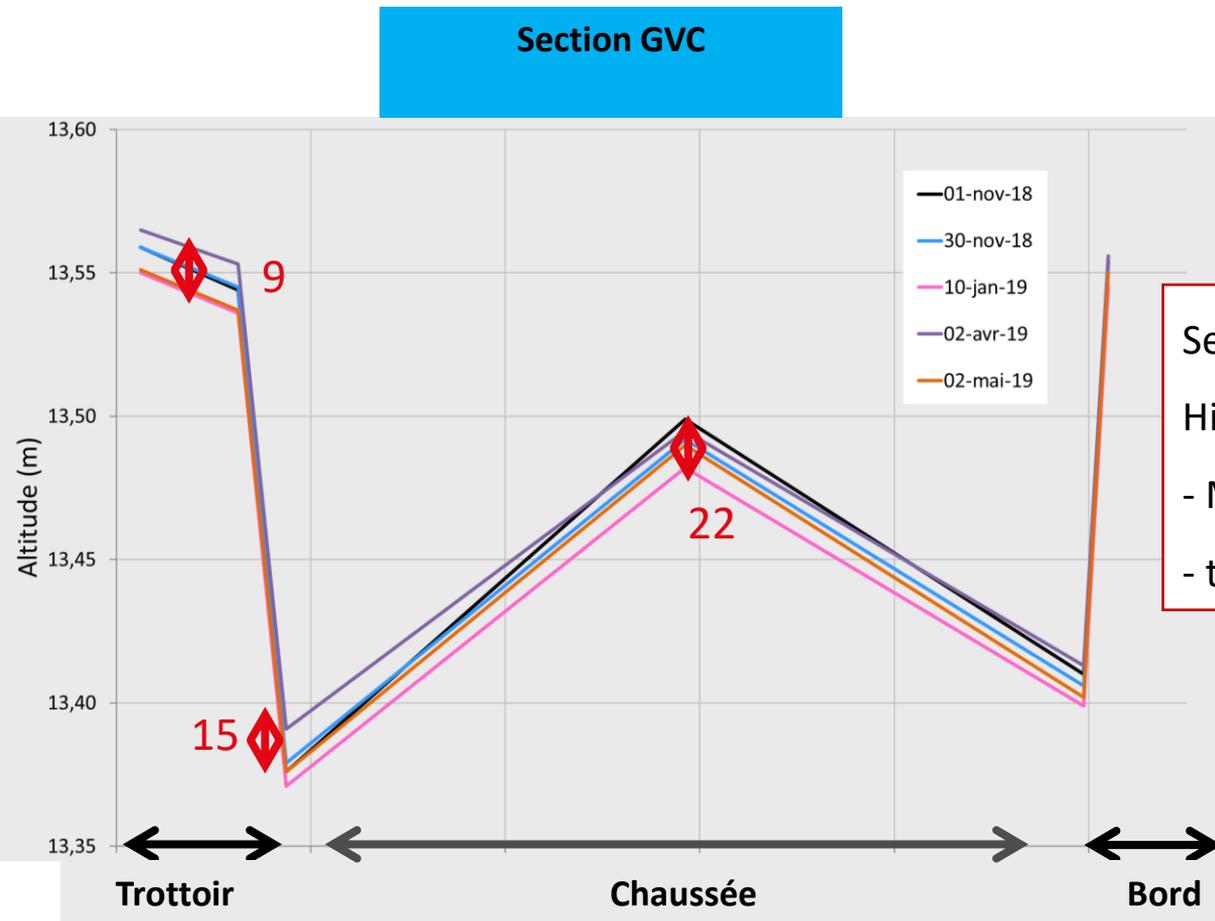
Hiver 2018-2019 + rigoureux

En moyenne par section, variation:

- max 15 mm

- trottoirs/chaussées synchronisées

2) Site : chaussées et trottoirs : Différentiels gonflements

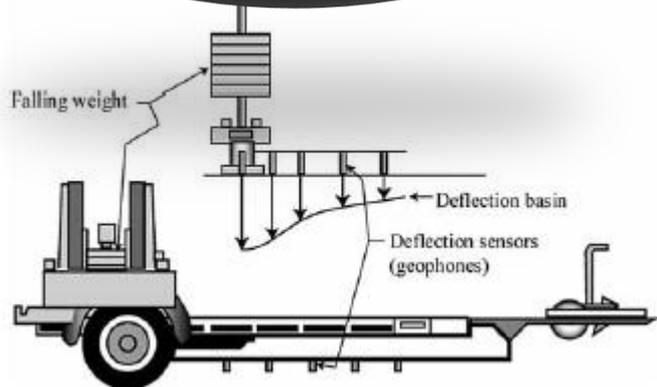


Section GVC

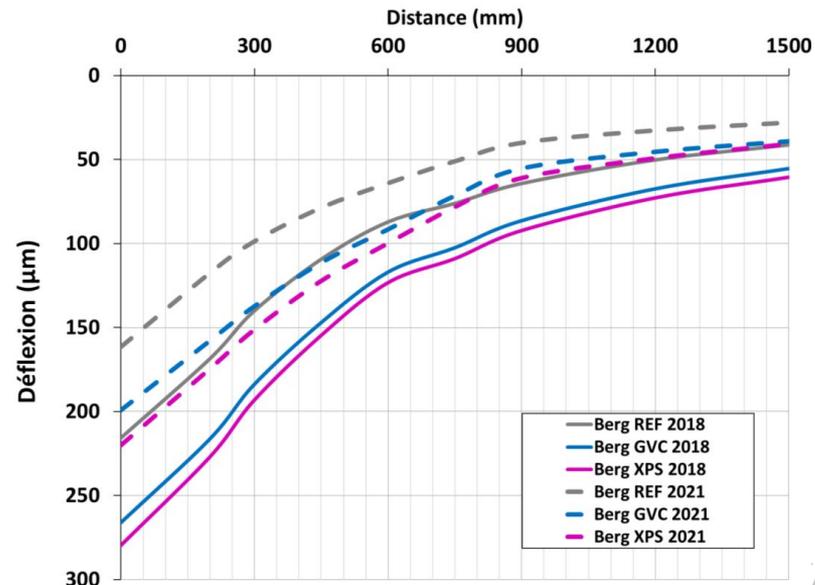
Hiver 2018-2019 + rigoureux :

- Max + 15 mm // Max - 22 mm
- trottoirs/chaussées synchronisées

2) Site : Caractéristiques Structurales définies au Déflectomètre à masse tombante (FWD)



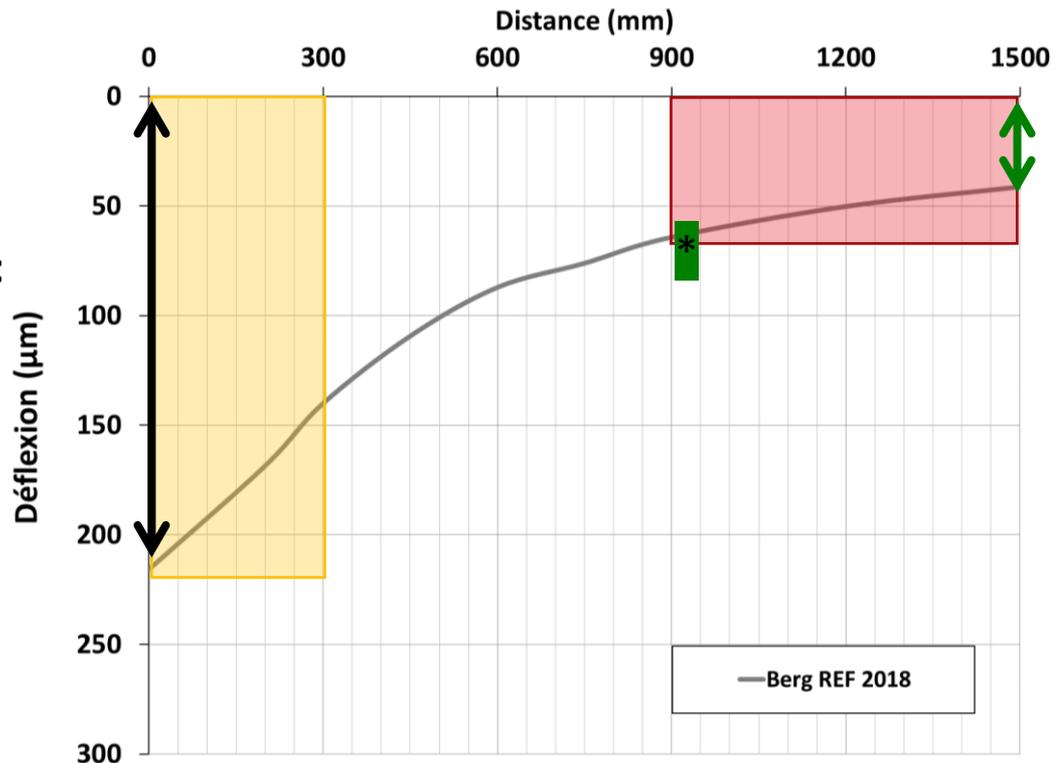
- Différences structurales entre chaussées ?
- Gain ou perte après 3 cycles annuels ?



2) Site : Caractéristiques structurales définies au FWD

Indice rigidité pour 40 kN
après correction charge et température:

- D_0c : capacité portante structure
- $SCIc$: couche revêtement
- $BCI'c$: couche inf. avec isolant complet
- $D_{1500}c$: sol
- $Mr\ sol$: estimation du module du sol
(fonction de $D_{914}c^*$)

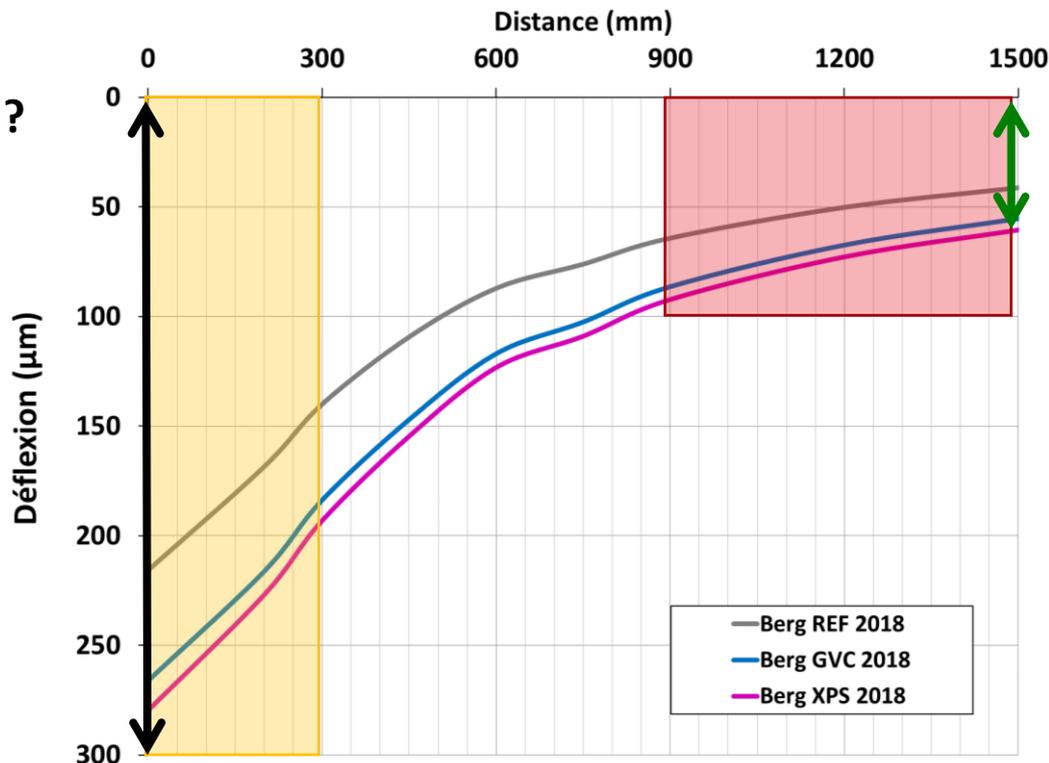


2) Site : Caractéristiques structurales définies au FWD

Différences structurales entre chaussées ?

Pour les mêmes conditions en 2018 :

	Ref >	GVC >	XPS
D₀c :	-	+ 23 %	+ 30 %
SC1c :	très rigide	+ 9 %	+ 14 %
BC1c :	-	+ 35 %	+ 38 %
D₁₅₀₀c :	moyen	+ 34 %	+ 47 %



- Tendances confirmées pour les deux années et sur un autre site d'étude

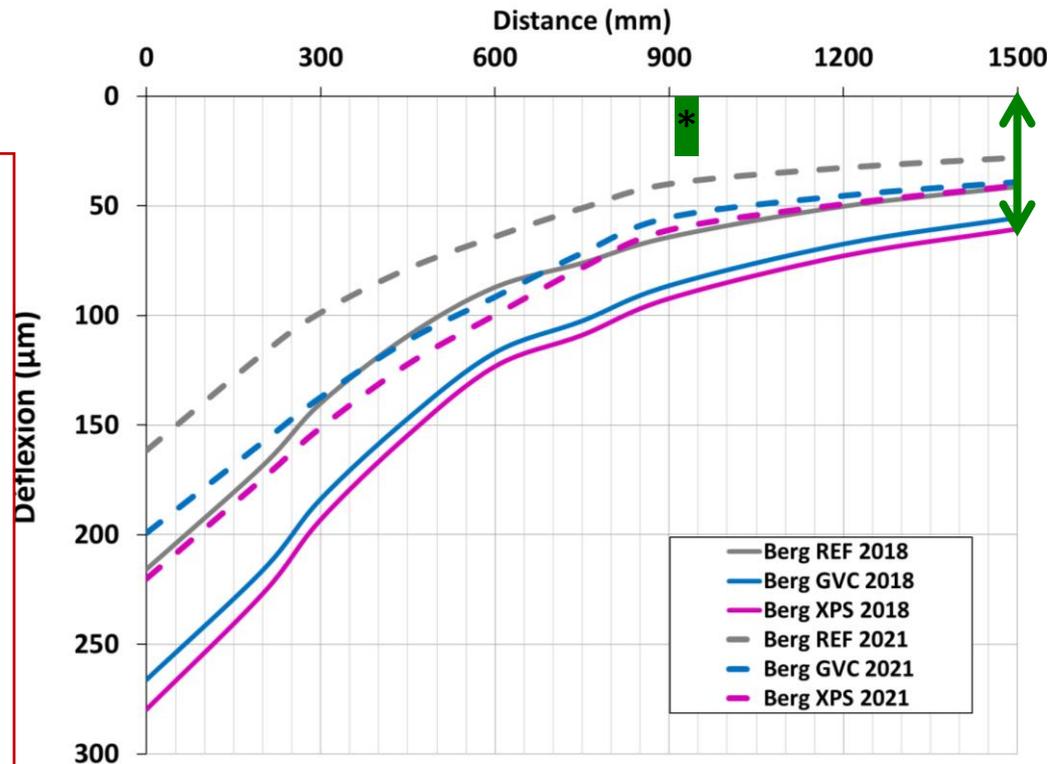
2) Site : caractéristiques structurales définies au FWD

Gain ou perte après 3 cycles annuels ?

2018 & 2021 : Gains structuraux

// variations des conditions d'humidité du sol

		Ref >	GVC >	XPS
2018, humide (pdt 10 jours 65,5 mm)	D_{1500c}	moyen	faible	très faible
	Mr sol	94	73	68
2021, sèche (9 jours sans pluie)	D_{1500c}	rigide	moyen	moyen
	Mr sol	121	104	98



3) Conclusions & Perspectives de recherche

Les Granulats de Verre Cellulaire, Matériaux isolants, légers et drainants

- ✓ Issu du recyclage avec valeur ajoutée.
- ✓ Facile à mettre en place avec qlqs précautions.
- ✓ Efficace en protection contre l'action du gel.
- ✓ Comportement mécanique prometteur.

Phase de recherche 2 (2023-2028)

- Méthodes de contrôle mise en œuvre.
- Abaque thermique diversifié contextes.
- Définition de critère mécanique admissible.
- Étude du comportement saisonnier pour conception.
- Travaux qualification Environnemental.

**Groupe de
partenaires
ouvert !**

Merci

Groupe de
partenaires
ouvert !