



# Gain de capacité portante des chaussées flexibles en période de gel

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

Guy Doré, ing., Ph.D.

# Introduction et problématique

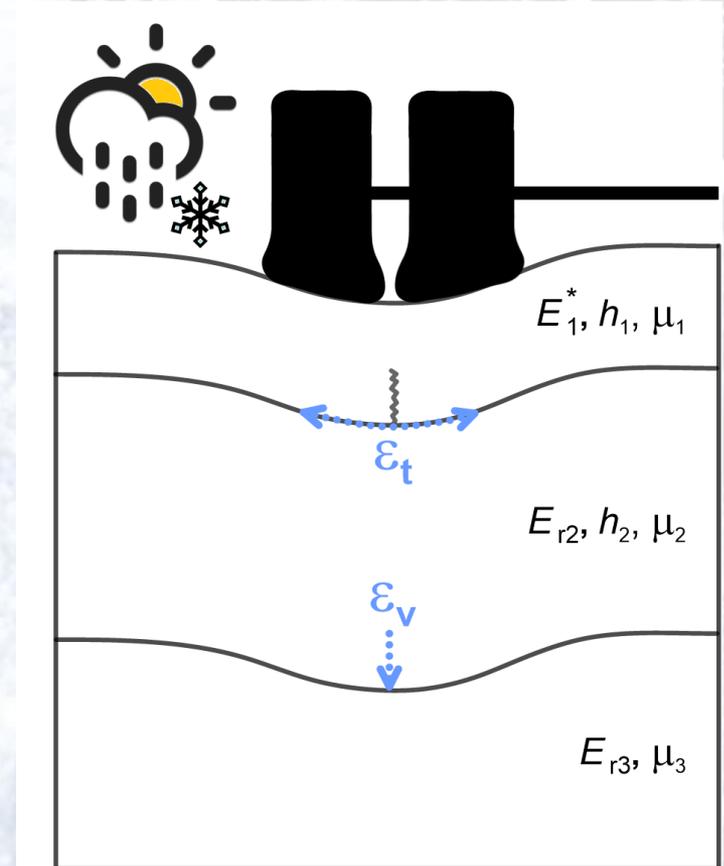
## ❖ Chaussée flexible

- Système multicouche soumis à l'action des charges lourdes et du climat

## ❖ Réponse aux charges

=  $f$  (propriétés des couches)

- Déformation
  - Tension à la base du revêtement et compression au sommet du sol d'infrastructure



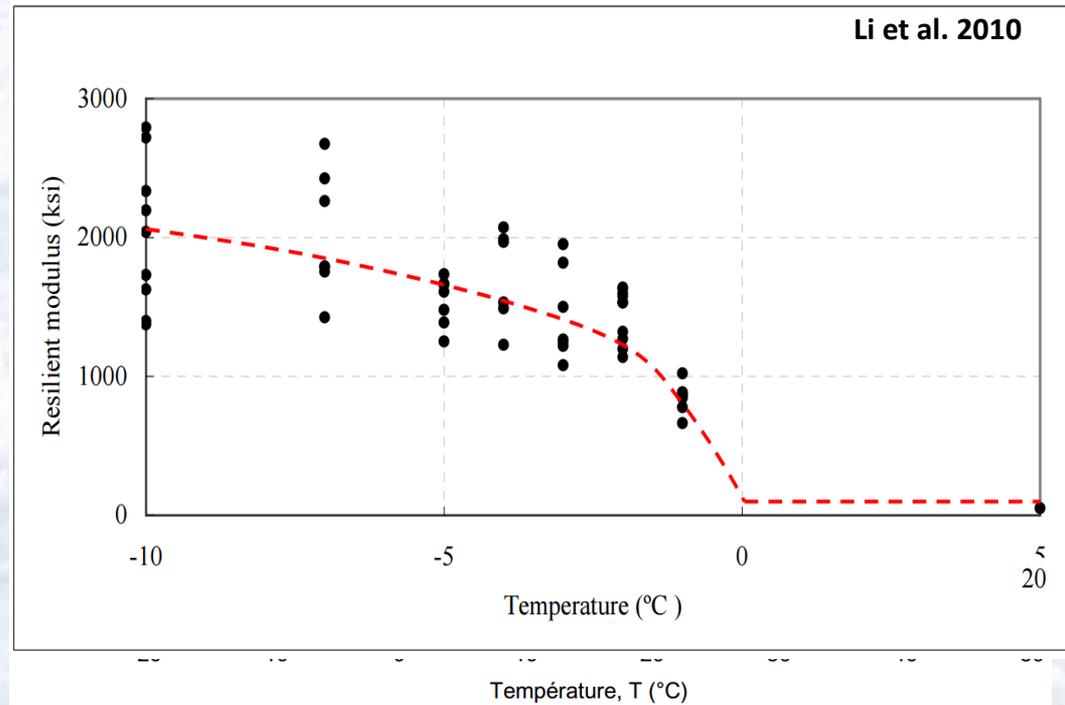
# Introduction et problématique

## ❖ Gel d'une chaussée flexible

- Augmentation importante du module dynamique des enrobés bitumineux (dû à la présence d'un liant visqueux)
- Augmentation du module réversible des matériaux granulaires et des sols (gel de l'eau interstitielle, cimentation des particules)

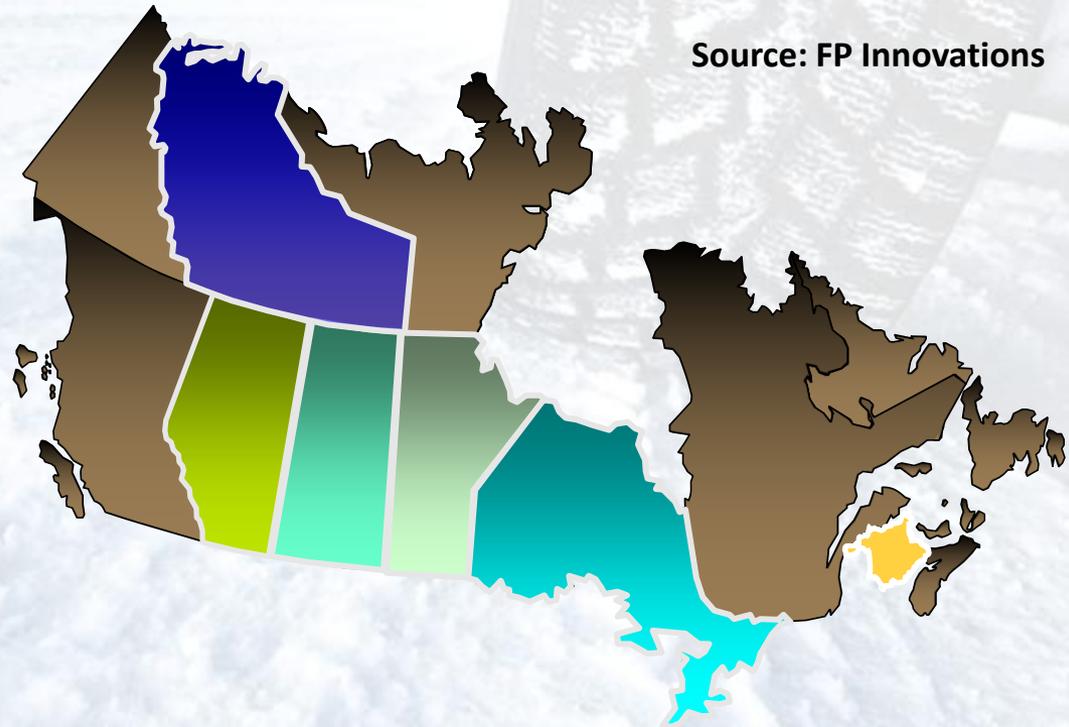
→ Déformations (dommages) diminuent

## Matériaux granulaires



# Introduction et problématique

- ❖ Le gain de capacité portante lors du gel incite à considérer des primes de charges
- ❖ Primes de charges lors de la période de gel
  - Peu de données techniques disponibles;



Source: FP Innovations

**Objectif** : Quantifier l'évolution du comportement des chaussées en conditions contrôlées avec l'évolution du front de gel



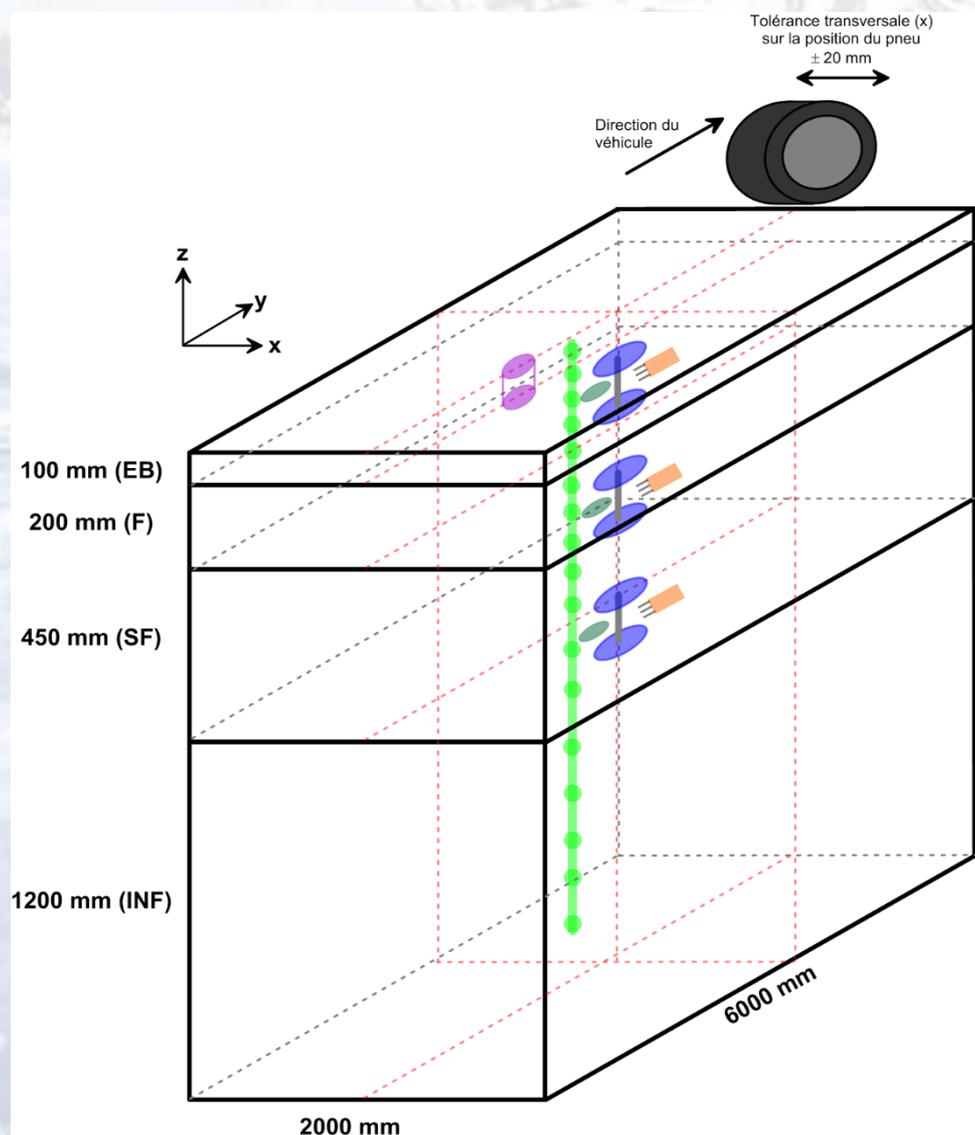
# Primes de charges au gel (Source : FP Innovations)

	<b>Start</b>	<b>End</b>	<b>Winter Weight Premium</b>
<b>New Brunswick</b>	Dec. 1	Feb. 28	Forest products only: +2 t GVW
<b>Ontario</b>	< -10° C for 3 days	> -10° C for 2 days	Forest Products only: +10% GVW on King's Highways
<b>Manitoba</b>	CFI > 250° C-days	CTI = 0° C-days	≤ +10% for tandem axles; 'seasonal routes' are up-classed
<b>Sask. TPP</b>	CFI > 250° C-days	March 14, or sooner if warm	GVW = 62.5t (6-axles); 75t (7- and 8-axles); 92.5t (9-axles)
<b>Alberta</b>	1m frost depth	0.3m thaw depth	Forest products only: +50% (5-axles) to +18% (8-axles). Designated WWP routes
<b>N.W.T.</b>	No. of subzero days	Thawing ice roads	+0.5 t per axle on 5 & 6-axle trucks



# Méthodologie

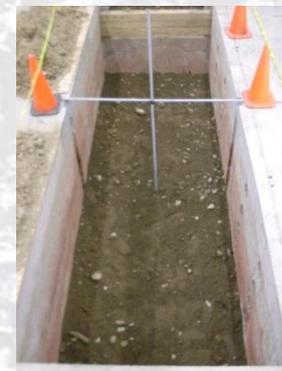




-  Contrainte verticale (z)
-  Déformation transversale (x) et longitudinale (y)
-  Teneur en eau volumique
-  Déformation verticale (z)
-  Température



# Méthodologie



# Méthodologie

Sensors in asphalt



Sensors in subgrade



# Méthodologie - Simulateur

## Caractéristiques du simulateur

-Véhicule légal et mobile

### Conditions d'essai

5000 et 5500 kg

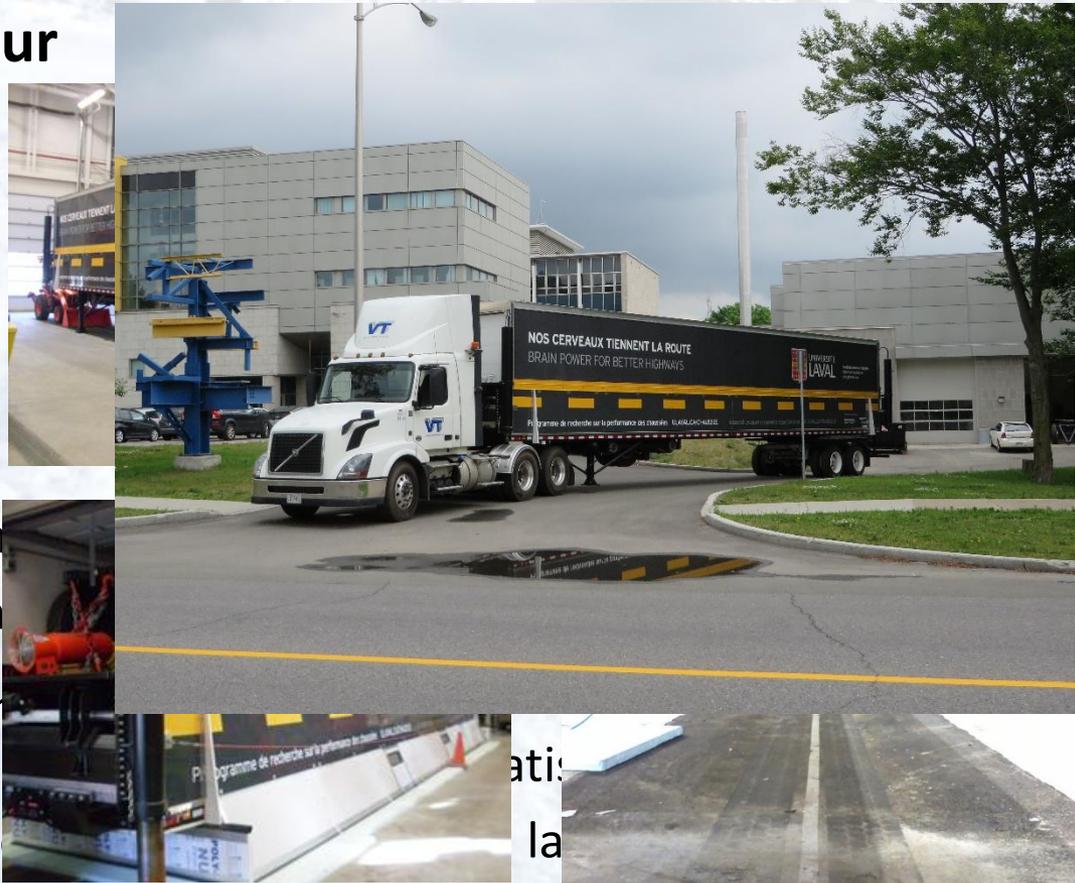
5 km/h

$P_{\text{pneu}} = 700 \text{ kPa}$

Nappe à 0,8 et 1,6 m

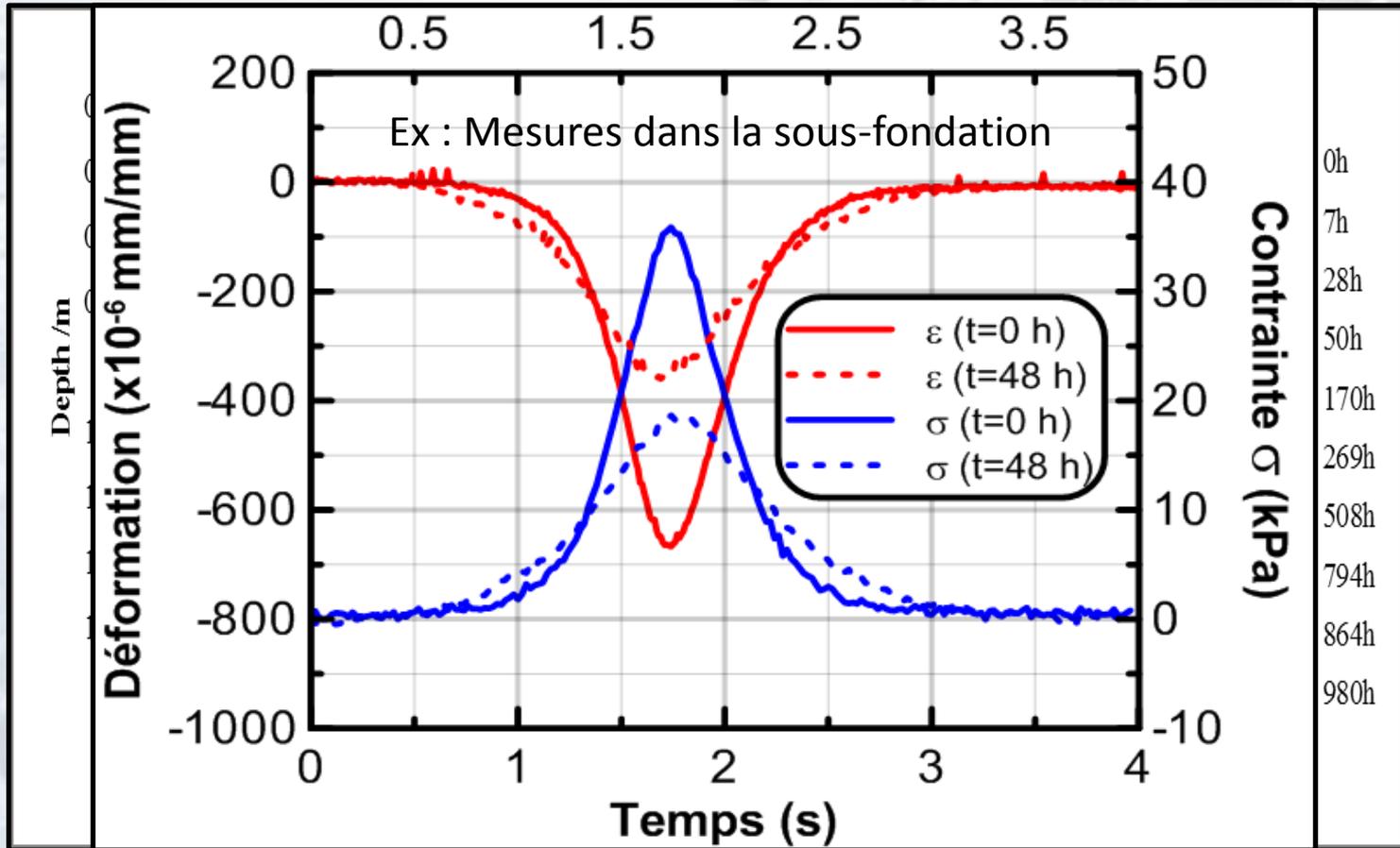
$T_{\text{gel}} = -10 \text{ °C}$

-Équipé d'un système de chauffage permettant d'imposer et de contrôler la section d'essai entre 40°C et -20°C;



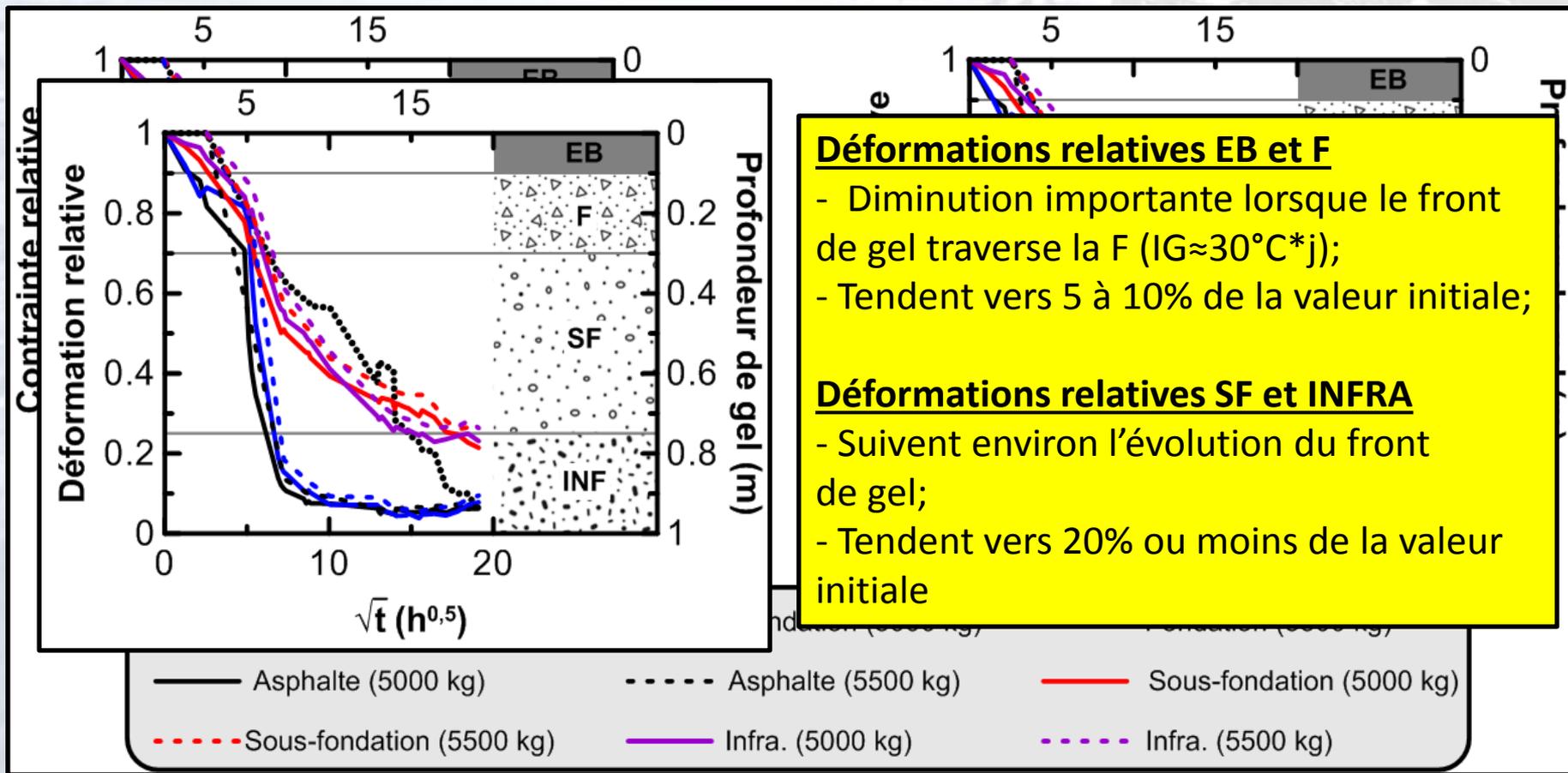


# Résultats

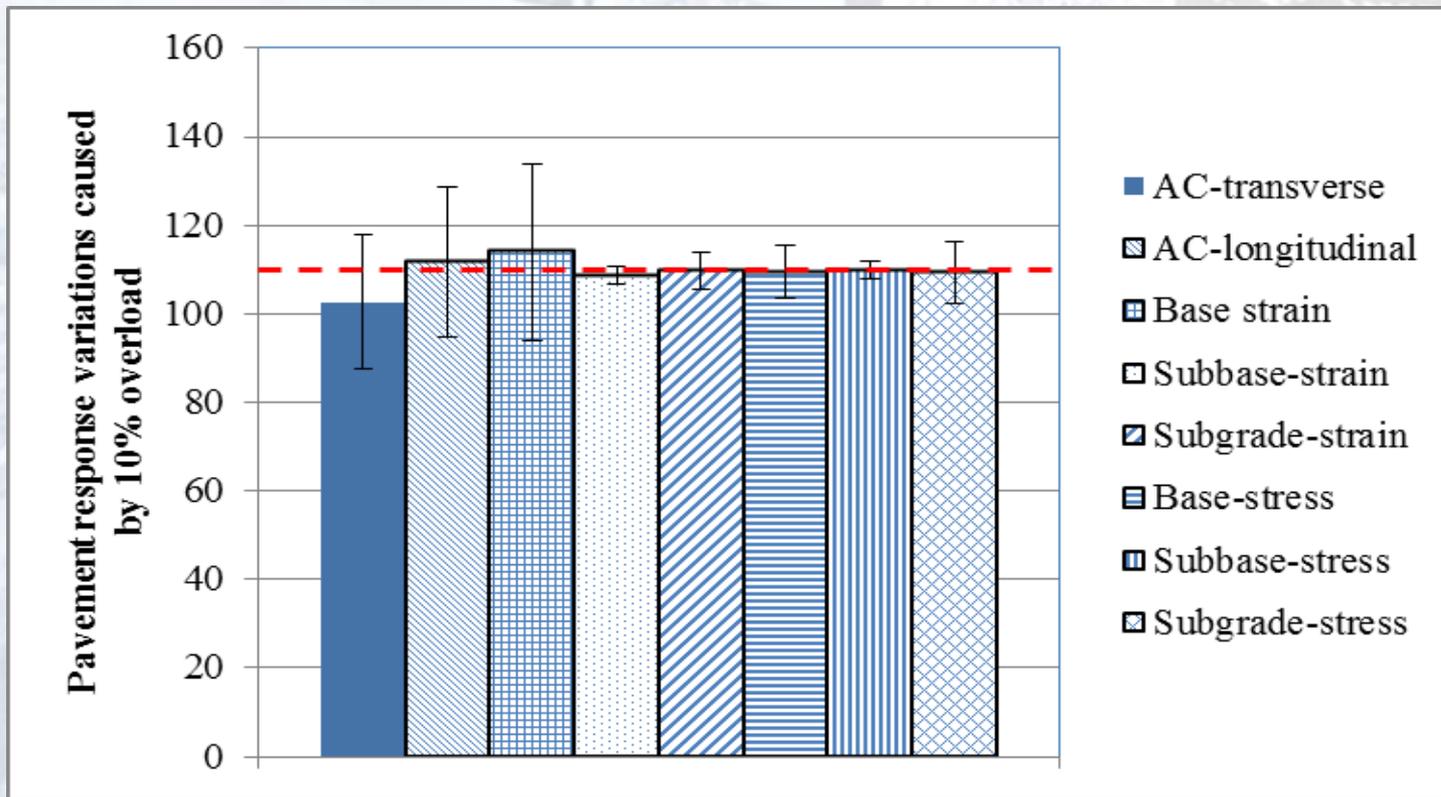


# Résultats (nappe à 1,6 m)

$$\text{Valeur relative} = \frac{\text{Valeur}(t)}{\text{Valeur}(t=0)}$$



# Résultats



- $\uparrow 10\% \text{ charge} \Rightarrow \uparrow \epsilon \text{ de } 10\% \pm 6\%$



# Exemple d'application

- Calcul pour la consommation de vie d'une chaussée
  - Analyse saisonnière ( $\uparrow \epsilon$  de 10% en hiver) pour 1 MÉCAS
  - 120 mm EB / 200 mm F / 500 mm SF

Saison (mois)	$N_{\text{prévu}}$ ( $10^6$ ÉCAS)	Fatigue		Orniérage	
		$N_{\text{adm}}$ ( $10^6$ ÉCAS)	Domage fatigue	$N_{\text{adm}}$ ( $10^6$ ÉCAS)	Domage orniérage
Été (5)	0,417	0,751	0,555	11,919	0,035
Automne (3)	0,25	1,033	0,242	9,814	0,025
Hiver (2)	0,167	15,316 (11,192)*	0,011 (0,0149)*	16052,0 (10476,0)*	0,000 (0,000)*
Printemps (2)	0,167	0,753	0,221	3,982	0,042
<b>Somme</b>	1,0		$\uparrow 0,4\%$ <b>1,029</b> (1,033)*		$\uparrow 0,001\%$ <b>0,10229</b> (0,1023)*



# Discussion et conclusion

- Analyse simplifiée d'une problématique complexe
  - Considérations structurales dans cette étude
- Autres considérations
  - Augmentation de la fréquence des redoux hivernaux et vulnérabilité des chaussées en situation de dégel partiel
  - Effet de l'augmentation des charges sur les distances de freinage
- Importance de la sélection d'un moment propice pour instaurer et enlever des primes de charges
  - Les déformations dans la partie supérieure de la chaussée diminuent de façon significative lorsque l'EB et la F sont gelés ( $IG \approx 30 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}$ )
  - Nécessiter de développer des critères rationnels basés, par exemple, sur la profondeur de gel ou l'indice de gel



Merci de votre attention !

Questions ???

Partenaires

