



Congrès INFRA 2022
Centre des congrès de Québec
22 novembre

Contrôle de la qualité en chantier des matériaux de fondation pulvérisés et stabilisés

Par : Manon Rinieri, étudiante à la maîtrise

Éric Lachance-Tremblay, ing., Ph. D., professeur

INFRASTRUCTURES DE SURFACE

ÉTS

Le génie pour l'industrie

ÉCOLE DE
TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE

Université du Québec

Contrôle de la qualité en chantier des matériaux de fondation pulvérisés et stabilisés

Étude de cas : chantier laboratoire des travaux de réfection du chemin du Lac-écho

☐ Sommaire de la présentation

- Introduction
- Comment mieux construire dans le contexte actuel ?
- Descriptif du projet de recherche
- Présentation des résultats disponibles à ce jour

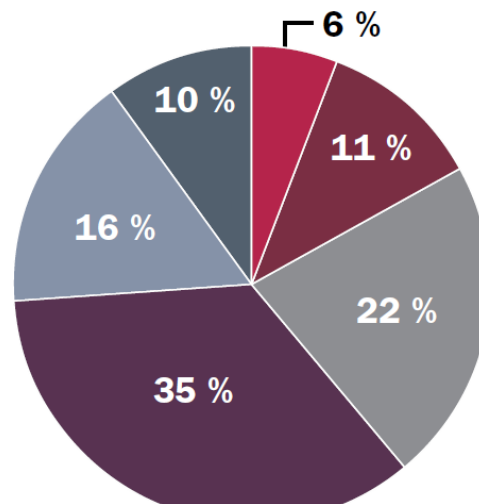
État du réseau

Près de 350 000 km de routes classées en très mauvais, mauvais état ou passable

«Si on joignait toutes les routes en mauvais état au Canada, on pourrait parcourir près de la moitié de la distance entre la Terre et la Lune.»

Bulletin de rendement des infrastructures Canadienne, (2019)

État global des actifs – Routes



■ Très Mauvais ■ Mauvais ■ Passable ■ Bon ■ Très bon ■ Inconnu

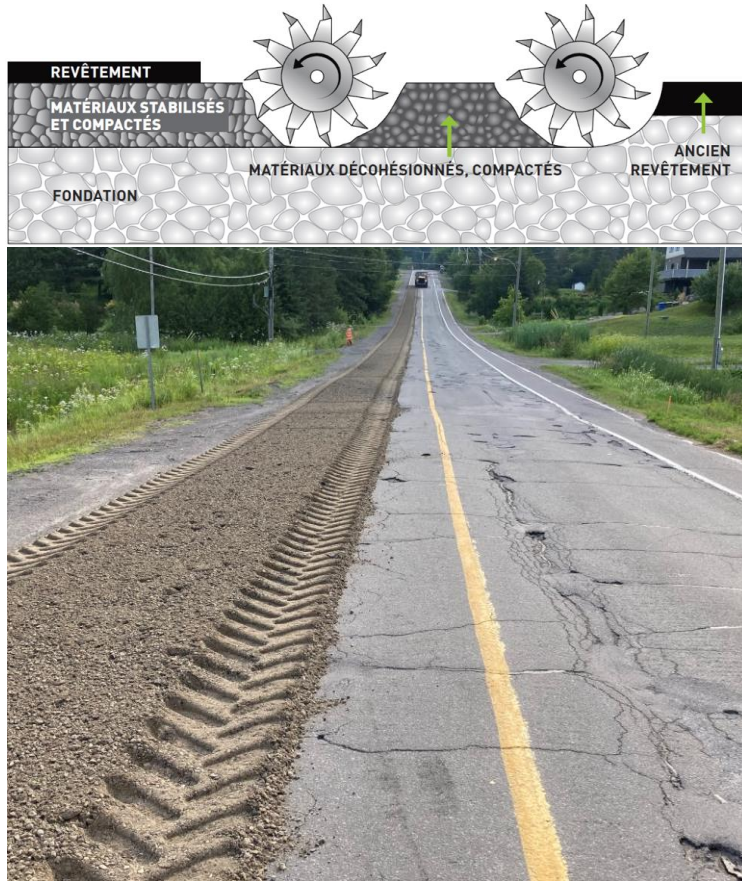


Comment mieux
construire dans le
contexte actuel?

Retraitement en place type II

Une technique de réhabilitation des structures de chaussée à froid et en place

- ▣ Valorisation des matériaux présents dans la chaussée en les réutilisant
 - Réutilisation à 100 % des matériaux en place
- ▣ Domaine d'emploi
 - Chaussées flexibles (>20% de défauts de surface)
 - Route à faible ou moyen volume de trafic
- ▣ Renforcement structurel de l'ancienne fondation
 - ↗ de la capacité portante
 - ↗ de la durée de vie
- ▣ Comment ? Ajout de liants mixtes



Réalisation des travaux



Défis

Enjeux face au potentiel d'utilisation de la technique

- ┌ Période de cure requise qui influence :
 - Le délais d'ouverture au trafic lourd
 - Le pavage de la couche d'enrobé bitumineux
- ┌ Conditions climatiques influençant :
 - L'évolution de la cure
- ┌ Performance future de la chaussée qui dépend de :
 - La variabilité des matériaux en place et suite à la construction
 - Le comportement à long terme des matériaux recyclés et le cycle de vie
- ┌ Absence de normes/directives techniques au niveau de :
 - La conception, la formulation et le contrôle qualité (CQ)

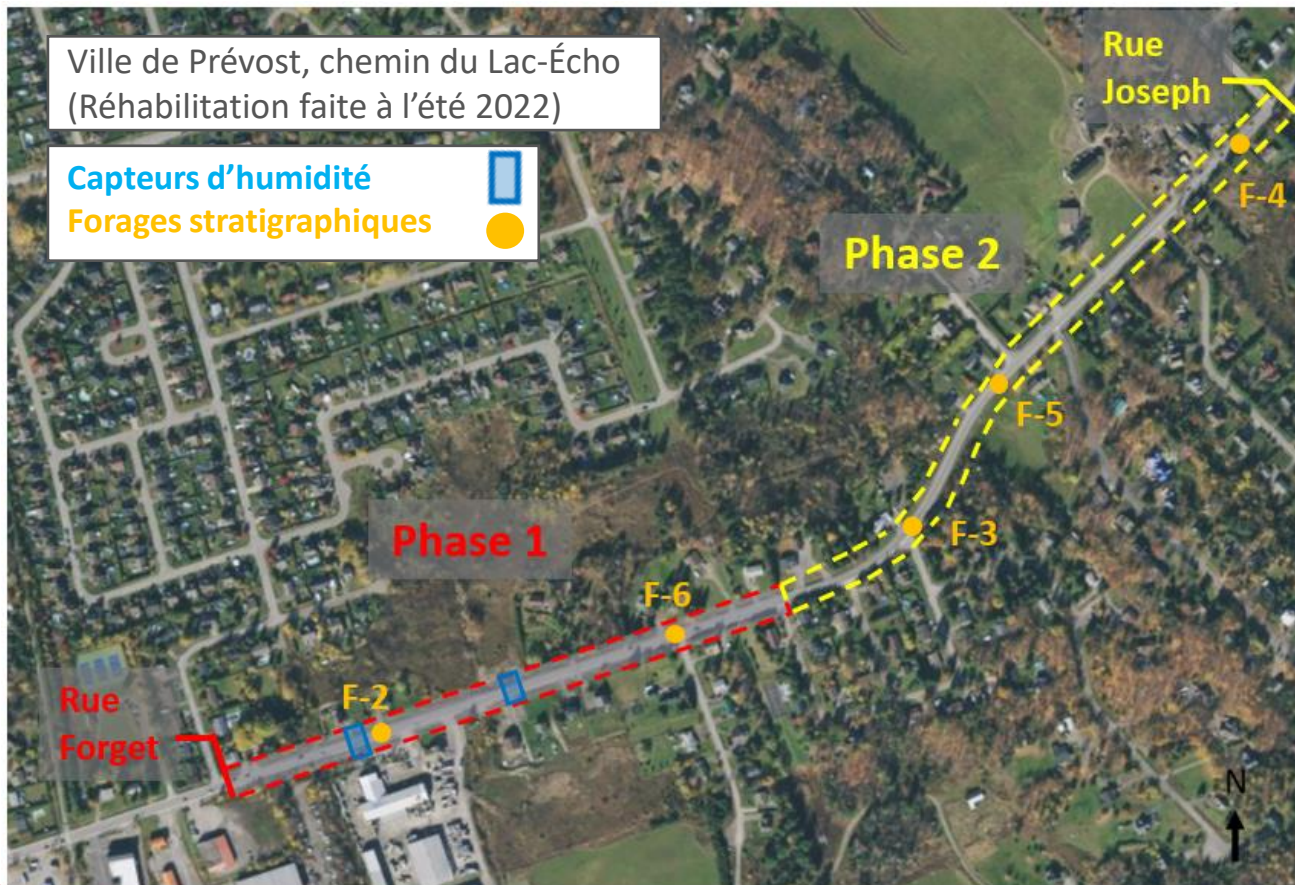
Type de liant	Durée minimale de la cure
Émulsion de bitume	3 jours de beau temps, sinon 7 jours
Bitume moussé	24 heures de beau temps, sinon 3 jours
Liant hydrocarboné + additif	2 jours de beau temps, sinon 4 jours

Descriptif du projet de recherche

Retraitement en place type II- présentation du chantier

Ville de Prévost, chemin du Lac-Écho
(Réhabilitation faite à l'été 2022)

Capteurs d'humidité 
Forages stratigraphiques 



DJMA estimé = 7900

Tronçon 1 : 4,5% véhicules lourds

Tronçon 2 : 2,0% véhicules lourds

État de la chaussée avant travaux:

- Orniérage à faible rayon
- Fissuration par fatigue importante dans les traces de roues
- Fissuration transversale et de type lézarde

Indice de rugosité international

IRI (EST) = 14,1 m/km
IRI (OUEST) = 13,5 m/km > 8

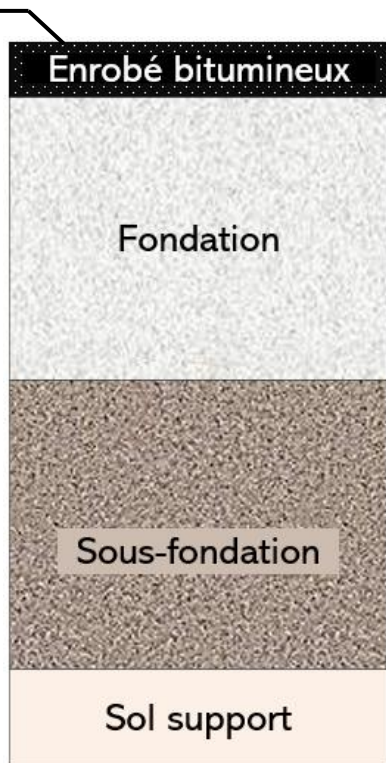
État = Très mauvais

Retraitement en place type II- chantier type

Profil en travers de la structure de chaussée

Couche de surface
avant réhabilitation
(fissuration, orniérage)

**AVANT
TRAVAUX**

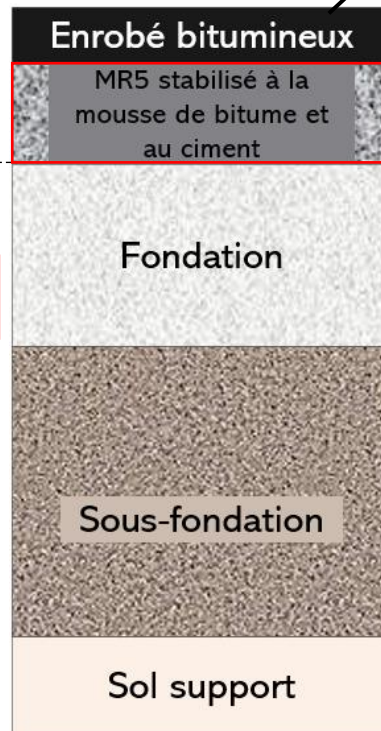


Profondeur de
décohesionnement
(~ 200 mm)



+ liant hydraulique
+ liant bitumineux

ESG-14 PG 58E-34
(80 mm)

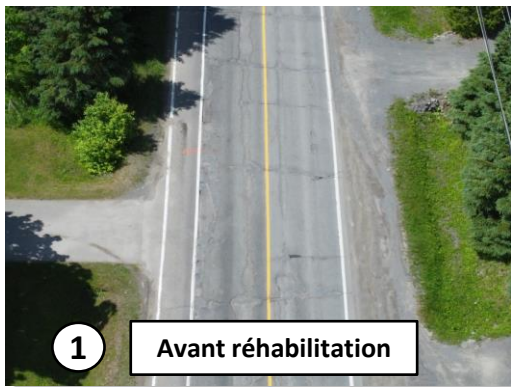


**APRÈS
TRAVAUX**

Formulation :

- % Bitume moussé = 2,47% à 2,54%
- % Ciment GU = 1 à 1,5 %

Réalisation des travaux



Chantier « laboratoire »

Caractérisation des conditions in-situ avant, pendant et après travaux



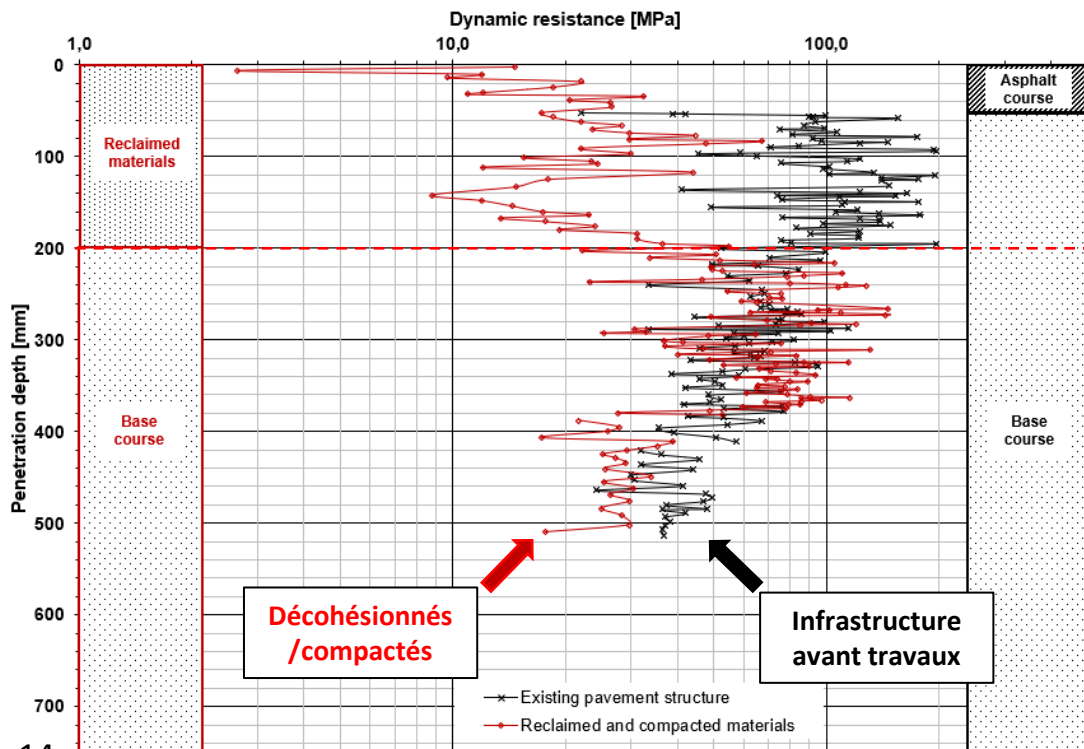
- ▣ BUT : élaborer une méthodologie de contrôle de la qualité des travaux de décohesionnement et de stabilisation
 - ▣ Caractérisation des conditions existantes du site
 - ▣ Caractérisation des matériaux et des conditions de chantier
 - ▣ Collecte de données en temps réel (capteurs, station météo)
 - ▣ Caractérisation de l'état de la structure de chaussée après réhabilitation



Résultats
disponibles à ce
jour

Résultats préliminaires

Évaluation des propriétés mécaniques et de la profondeur après décohesionnement



Opération de décohesionnement

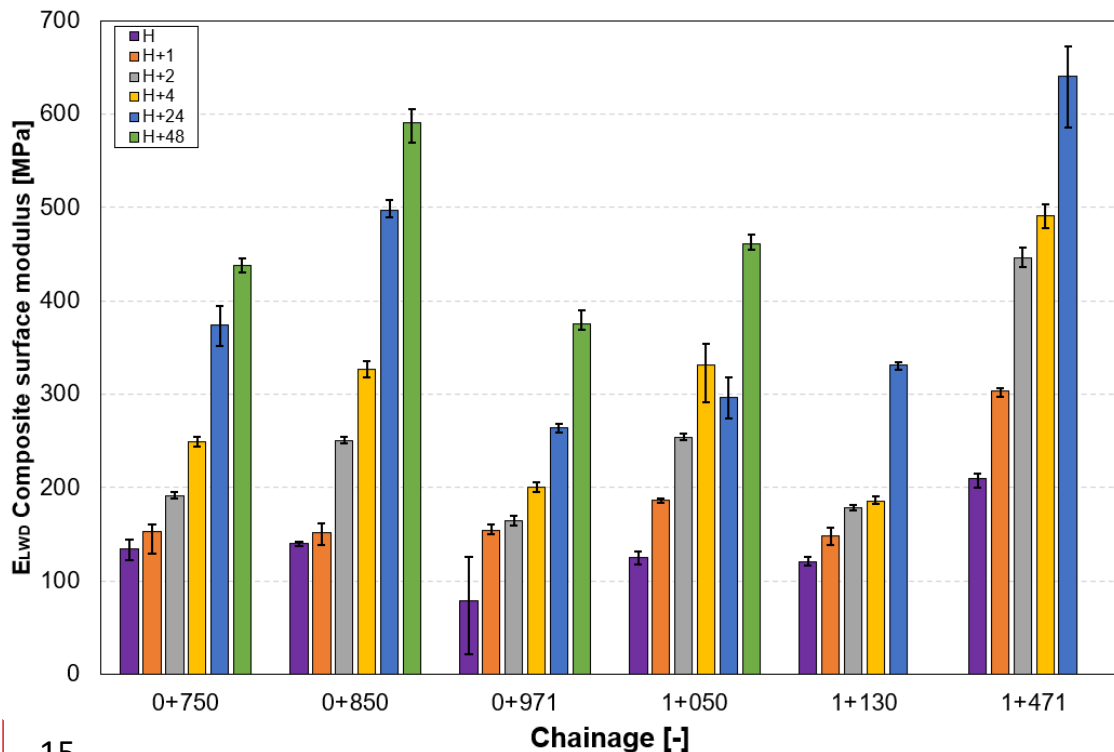
▮ Pénétromètre dynamique léger avec énergie d'impact variable (PANDA) :

- ▮ Évaluation in-situ de la qualité des couches de sol et de fondations en matériaux granulaires
- ▮ Mesure la résistance en pointe à la pénétration

- Détermination de l'épaisseur de décohesionnement
- Diminution de la résistance dans la fondation décohesionnée

Résultats préliminaires

Suivi LWD de l'évolution de la cure et de la variabilité longitudinale



Light Weight Deflectometer (LWD):

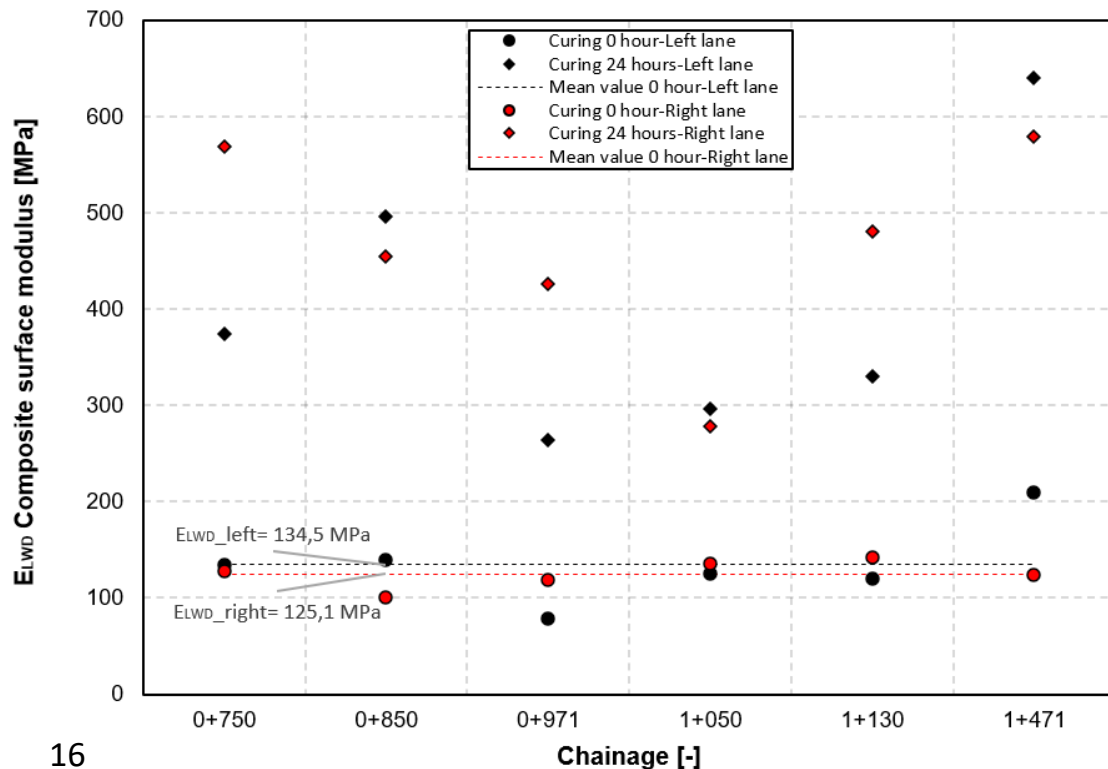
Cure des matériaux stabilisés aux liants bitumineux et hydrauliques :

- Évaporation de l'eau
- Hydratation du ciment
- Cohésion par formation de liaisons intergranulaires (granulats, ciment, bitume)
- Évolution dans le temps du module de surface (E_{LWD})

- Suivi CQ de l'évolution de la cure sur la couche de fondation stabilisée

Résultats préliminaires

Suivi LWD de l'évolution de la cure et de la variabilité longitudinale



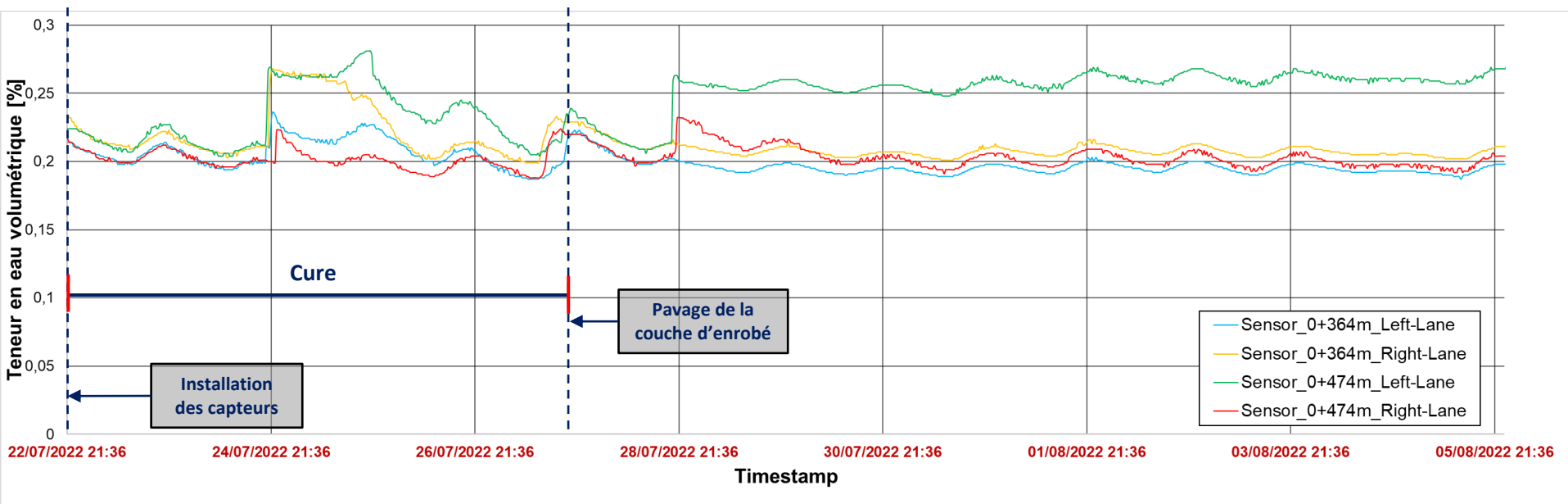
Light Weight Deflectometer (LWD):

Facteurs d'influence :

- Réalisation : % compacité, phasage, épaisseurs des couches, conditions de drainage et environnementales;
- Matériau : état hydrique, homogénéité, granulométrie, nature du sol;
- Variabilité longitudinale des modules en fonction du temps de cure et du chainage.
- Importance de la variabilité longitudinale 24h après stabilisation

Résultats préliminaires

Teneurs en eau volumétrique de la couche de fondation stabilisée



Contrôle de la qualité en chantier des matériaux de fondation pulvérisés et stabilisés

Étude de cas : chantier laboratoire des travaux de réfection du chemin du Lac-écho

Conclusion

- Évaluation de l'applicabilité des techniques de CQ lors du suivi complet des travaux
- Tests CQ simples et économiques réalisés *in-situ*
 - Quantification de la perte en résistance par décohesionnement
 - Suivi de la cure et évolution des propriétés des matériaux stabilisés dans le temps
- Campagne de CQ à plus grande échelle
 - Collecter + de données pour comprendre le comportement des chaussées stabilisées
 - Élaborer des procédures et des critères d'acceptation qualité
 - Atteindre qualité et performance par la technique de retraitement pour l'industrie

Merci de votre attention !

manon.rinieri.1@ens.etsmtl.ca

eric.lachance-tremblay@etsmtl.ca

Remerciements :

