

# Les essais FABAC au service du développement des routes électriques

**Mai Lan NGUYEN**

**S. TRICHET, Y. BAUDRU, T. GOUY, G. GUILLARD, P. HORNYCH, F. ANFOSSO LEDEE**  
**Université Gustave Eiffel**

**Patrick DUPRAT**  
**Alstom**

# Contenu de la présentation

- **Les routes électriques et leurs besoins en recherche-développement**
- **Evaluation en vraie grandeur avec les essais FABAC**
  - **Etude pour l'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse**
  - **Durabilité de chaussée intégrant une bobine de recharge par induction sous conditions de température normale et élevée**
- **Conclusions et perspectives**

## Les routes électriques

- **Permettre la recharge en roulant et résoudre des problématiques de recharge statique, en particulier la taille des batteries des véhicules électriques (VE).**
- **Nombreux avantages en favorisant l'utilisation des VE, notamment contribuer à la réduction de la pollution de l'air et aux efforts de lutte contre le changement climatique.**
- **Promouvoir l'innovation technologique, redynamiser les secteurs concernés, créer des emplois.**

## Les besoins en recherche et développement

- Développement de l'élément primaire de recharge, puis de piste d'alimentation électrique.
- Développement des matériaux de revêtement ou de scellement adaptés.
- Validation en vraie grandeur: durabilité et démonstrateur.
- Système de gestion pour l'alimentation, la distribution et la charge.
- Impact environnemental, coût.
- Sécurité et acceptabilité.
- Intégration des technologies de communication.
- Contribution à l'établissement des normes et de régulation.

# Exemples des essais FABAC sur deux systèmes de recharge

## ERS pour la recharge par conduction



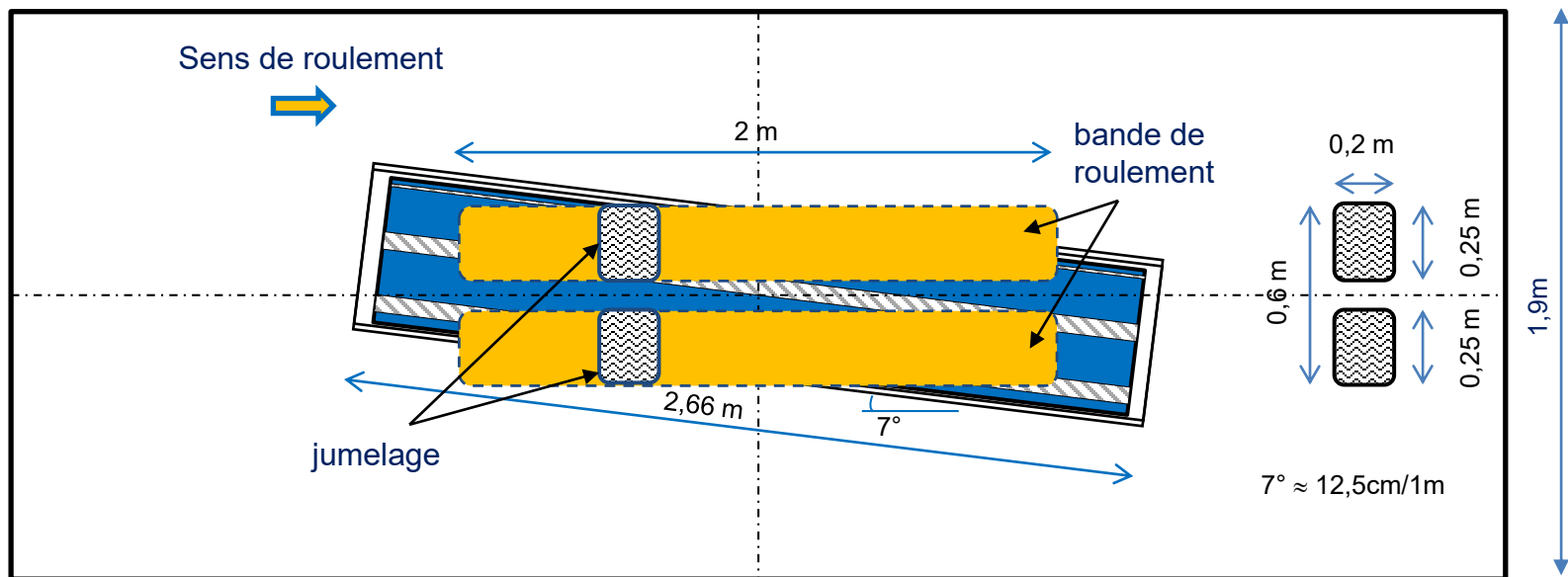
## Bobine de recharge par induction



# Test d'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse

- **Objectifs principaux:**

- Tester la procédure d'installation des éléments ERS dans la chaussée.
- Tester la durabilité des éléments ERS sous le trafic poids-lourds appliqué par la machine FABAC

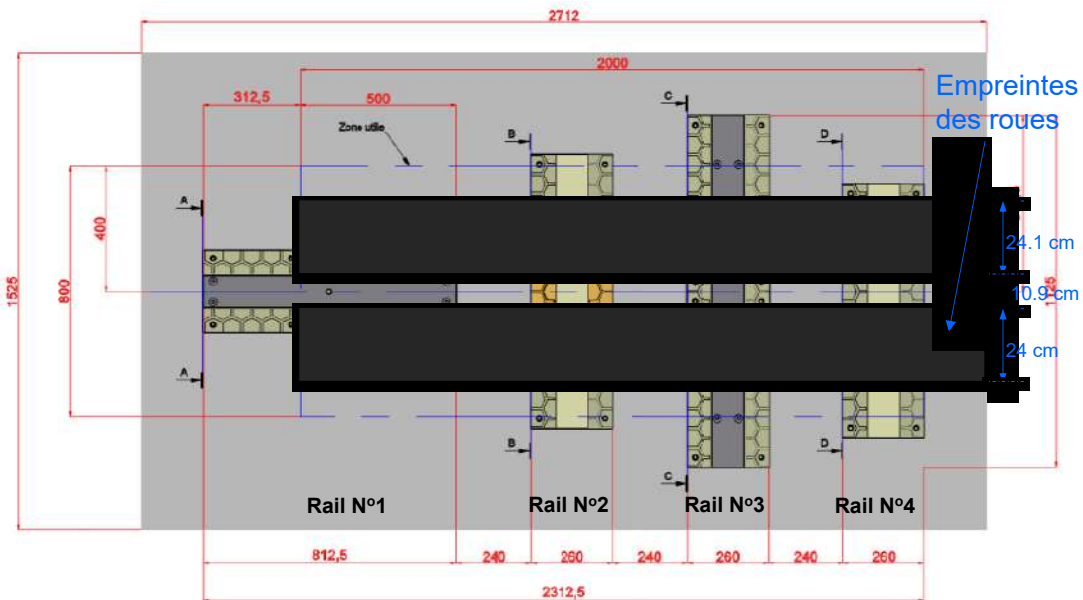


Vue de dessus d'une planche d'essai FABAC



# Historique de cet essai FABAC sur l'élément ERS

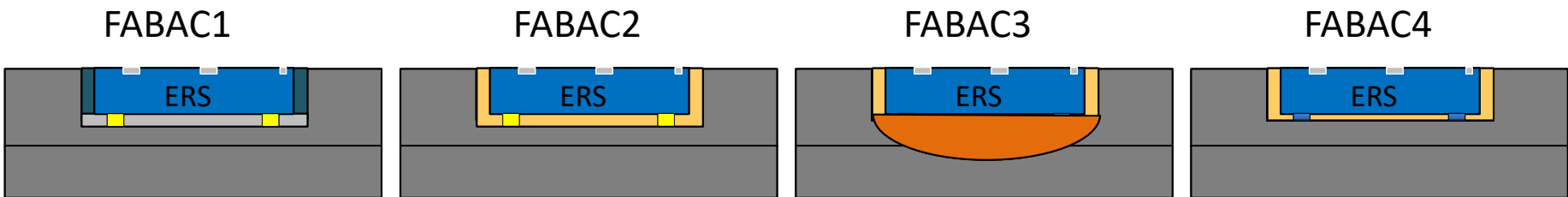
- Etude en 2014 sur la 3<sup>ème</sup> génération du rail APS pour métros et tramway
  - . Implantation des rails APS III dans la planche d'essai FABAC



→ Les bons résultats des essais FABAC ont été vérifiés depuis sur les projets en exploitation, notamment sur le tramway de Rio de Janeiro où des milliers de bus passent chaque jour sur les rails APS dans les carrefours les plus circulés.

# Test d'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse

- Test de méthode de création de l'engravure
- Test de méthode de pose et de calage
- Test des solutions de résine
- Test des éléments linéaires (différentes versions) et de jonction avec l'alimentation
- Test des micro-tranchées pour les câbles d'alimentation

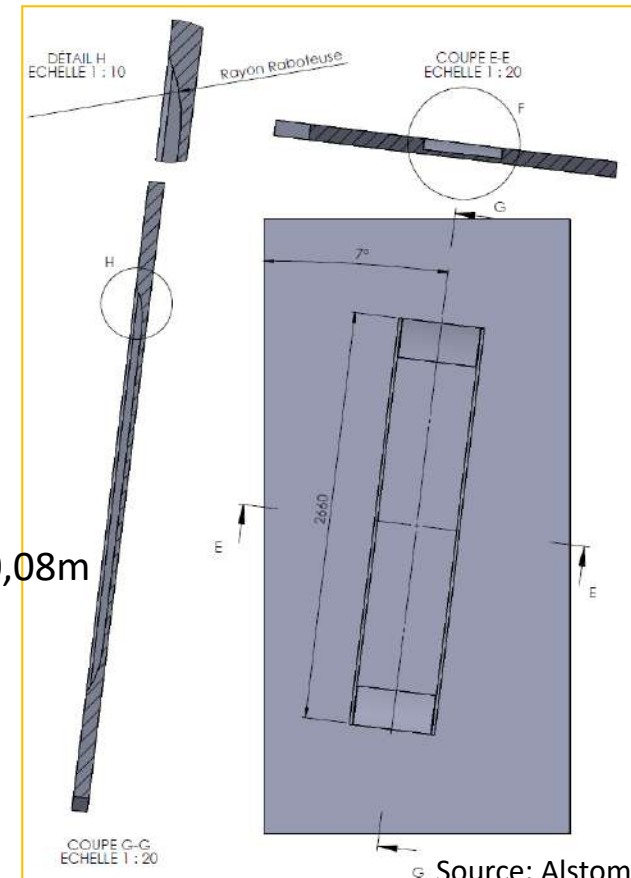
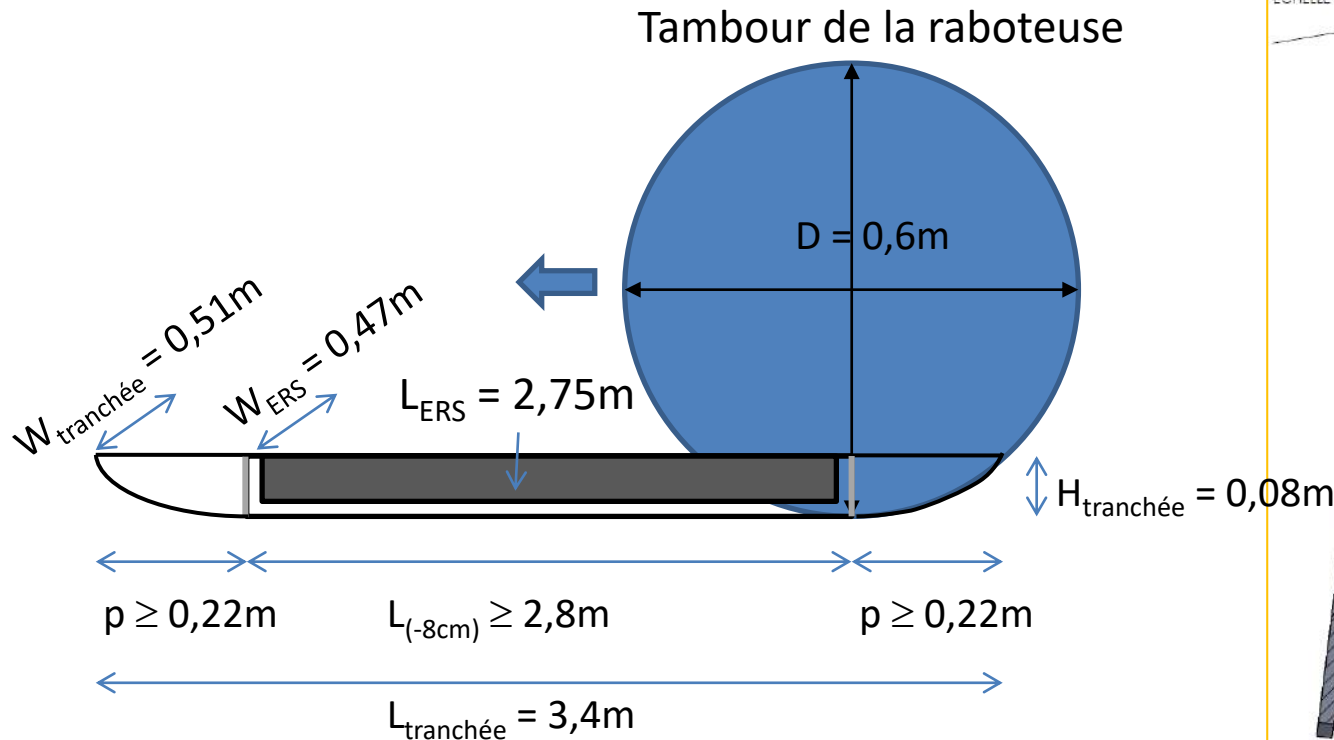


Coupes transversales de différentes configurations de l'insertion de l'élément ERS dans la structure de chaussée



# Test d'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse

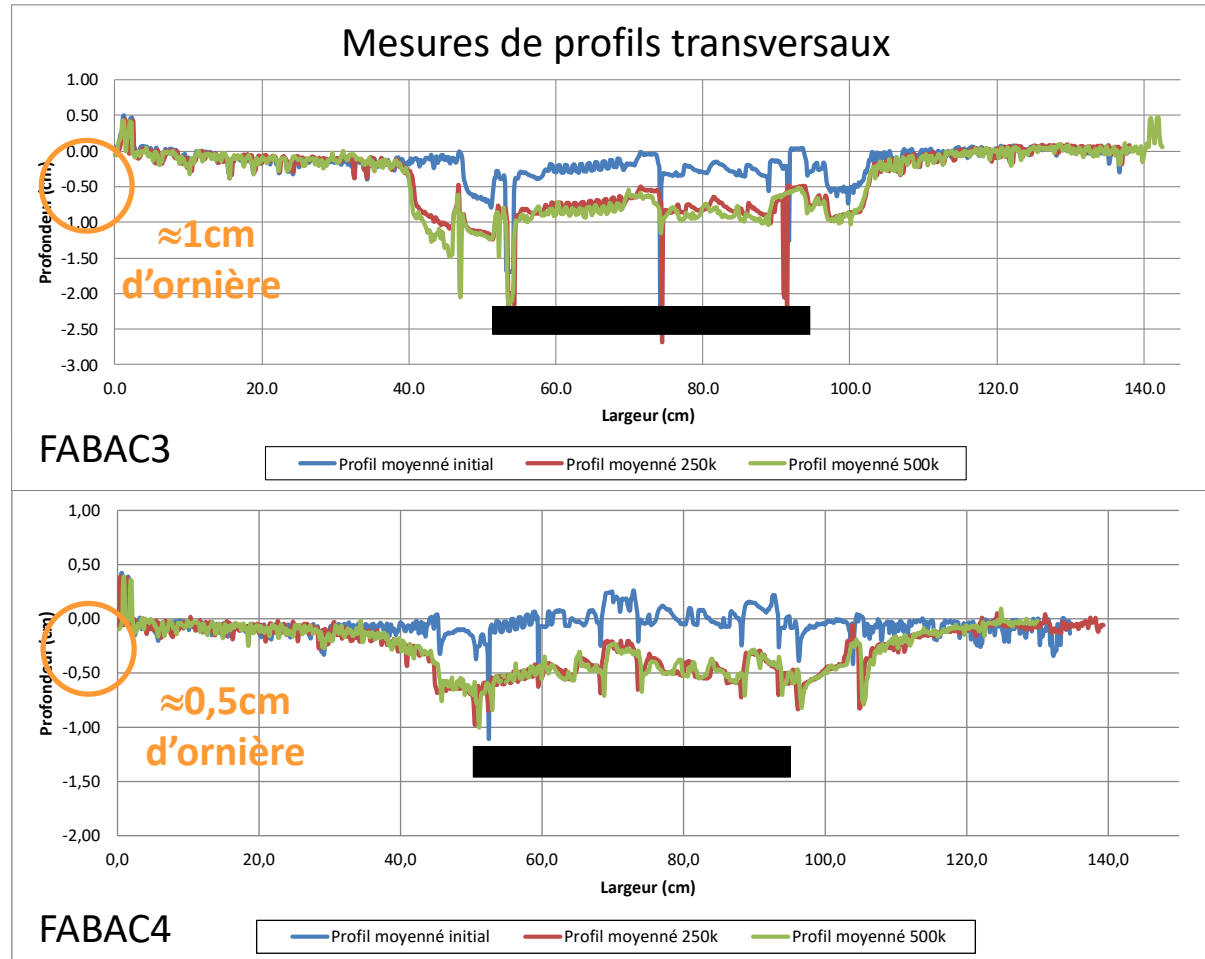
- Test de méthode de réalisation de la tranchée pour l'insertion de l'ERS et la mise en œuvre de résine



# Test d'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse

Test de durabilité de l'ensemble de la chaussée intégrant l'élément ERS sous le trafic de poids-lourds

- Amélioration du comportement général
- Problématique du collage entre la résine et le bord de l'engravure en enrobé (amélioré à ce jour)

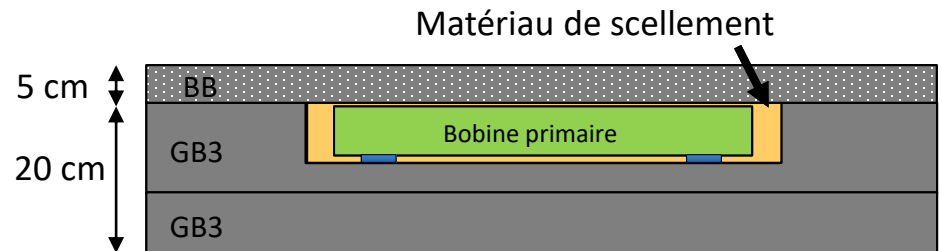


# Test d'insertion d'un élément ERS dans une structure de chaussée bitumineuse

- **Apports de l'étude:**
  - Permettre de comprendre les différents aspects de la mise en œuvre en vraie-grandeur pour l'installation de l'élément ERS, et du comportement des matériaux de scellement.
  - Amélioration par la sélection de solution de résine donnant un meilleur comportement.
  - Amélioration de la procédure d'installation
  - Trouver une configuration de micro-tranchée adaptée
  - Amélioration de géométrie et de texture de l'élément ERS
  - Acquérir des expériences très riches pour les phases suivantes de recherche et de développement

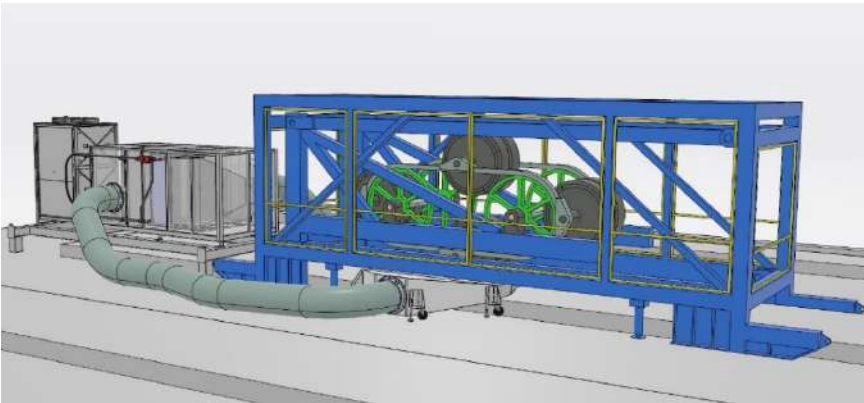
# Evaluation d'une solution inductive à températures ambiante et élevée

- **Objectif: tester deux sections de chaussée intégrant une bobine de recharge par induction avec deux solutions de matériau de scellement, sous le trafic de poids-lourds de FABAC**



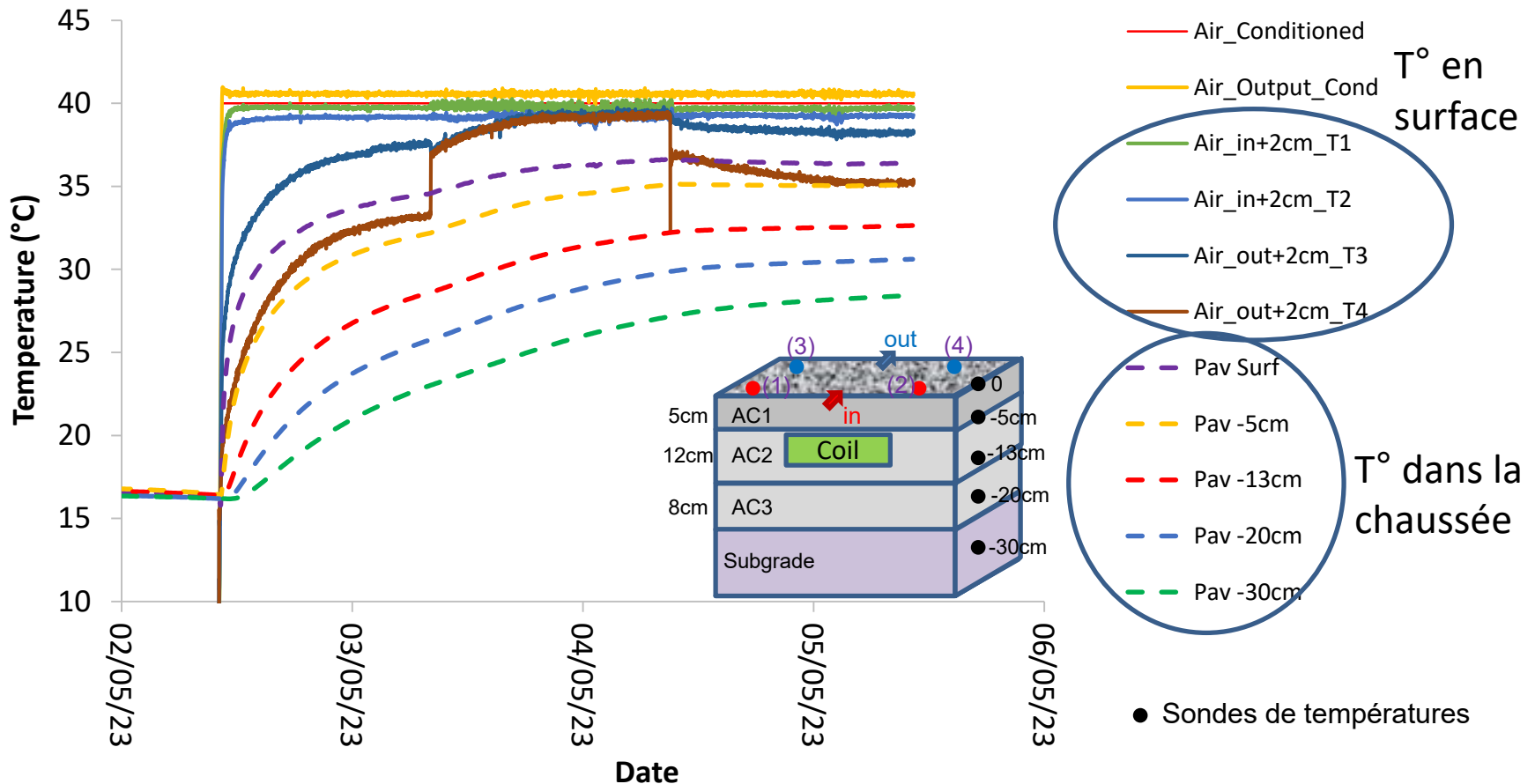
# Evaluation d'une solution inductive à températures ambiante et élevée

- **Système de Régulation et de Contrôle en Température (RCeT)**
  - Plage de températures: entre 10 to 60°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$  à la surface de chaussée).
  - Vitesse maximale de variation: 3°C/h.
  - Régulation de température par une sonde à la sortie du générateur ou par 4 sondes placées sur la chaussée à l'intérieur de l'enceinte thermique couvrant FABAC



# Evaluation d'une solution inductive à températures ambiante et élevée

Températures conditionnées et obtenues en surface et à différentes profondeurs dans la chaussées



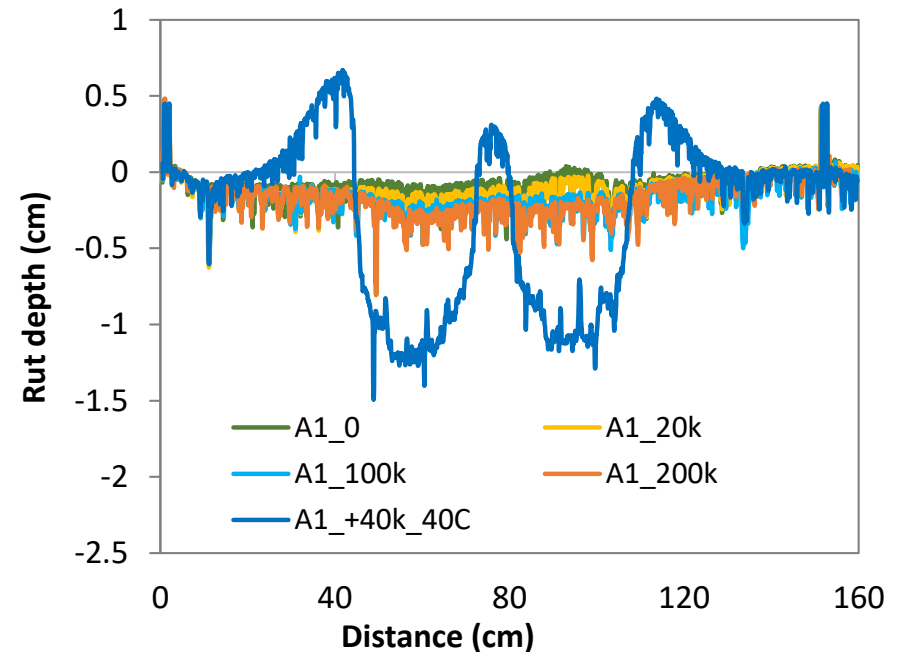


# Evaluation d'une solution inductive à températures ambiante et élevée

- Faible d'orniérage à température ambiante même après 200 000 cycles.
  - Orniérage important à température élevée après seulement 40 000 cycles.
- Attention à l'impact de condition climatique plus chaude aux solutions étudiées pour l'intégration du système de recharge dans la route

Profils transversaux mesurés pendant l'essai FABAC avec:

- 200 000 cycles à température ambiante (17°C),
- puis 40 000 cycles à 40°C (T° de l'air)



→ **Comparaison pour la sélection de solution de matériau de remplissage**

## Conclusions et perspectives

- Les routes électriques considérées comme une innovation de rupture avec leurs intérêts et avantages sont en cours d'être développées.
- **Apports indiscutables des essais FABAC**
  - **Moyen de validation incontournable des systèmes de recharge installés dans la route.**
  - **Adapté (taille, coût et temps d'essai) au processus du développement (y compris des améliorations).**
  - **Nouvelle capacité de contrôle en température permettant l'évaluation à des conditions climatiques différentes, notamment à des températures élevées.**
- **Equipement de recherche pour l'évaluation et la validation de la durabilité des infrastructures (classiques, écologiques et innovantes, dont les routes électriques) sous le trafic de poids-lourds → Importance de l'entretien et du développement (prise en compte de l'effet de l'eau, par exemple).**

# Merci de votre attention



**Mai Lan NGUYEN**

**Université Gustave Eiffel**

**Allée des Ponts et Chaussées, Bouguenais, 44344**

**Tel: 02 40 84 57 15 / Mail: [mai-lan.nguyen@univ-eiffel.fr](mailto:mai-lan.nguyen@univ-eiffel.fr)**