



Atelier 5

**Routes, rues et espaces publics :
vers une gestion raisonnée et durable du patrimoine de voirie**

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées



Projet de recherche partenarial :

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Contexte

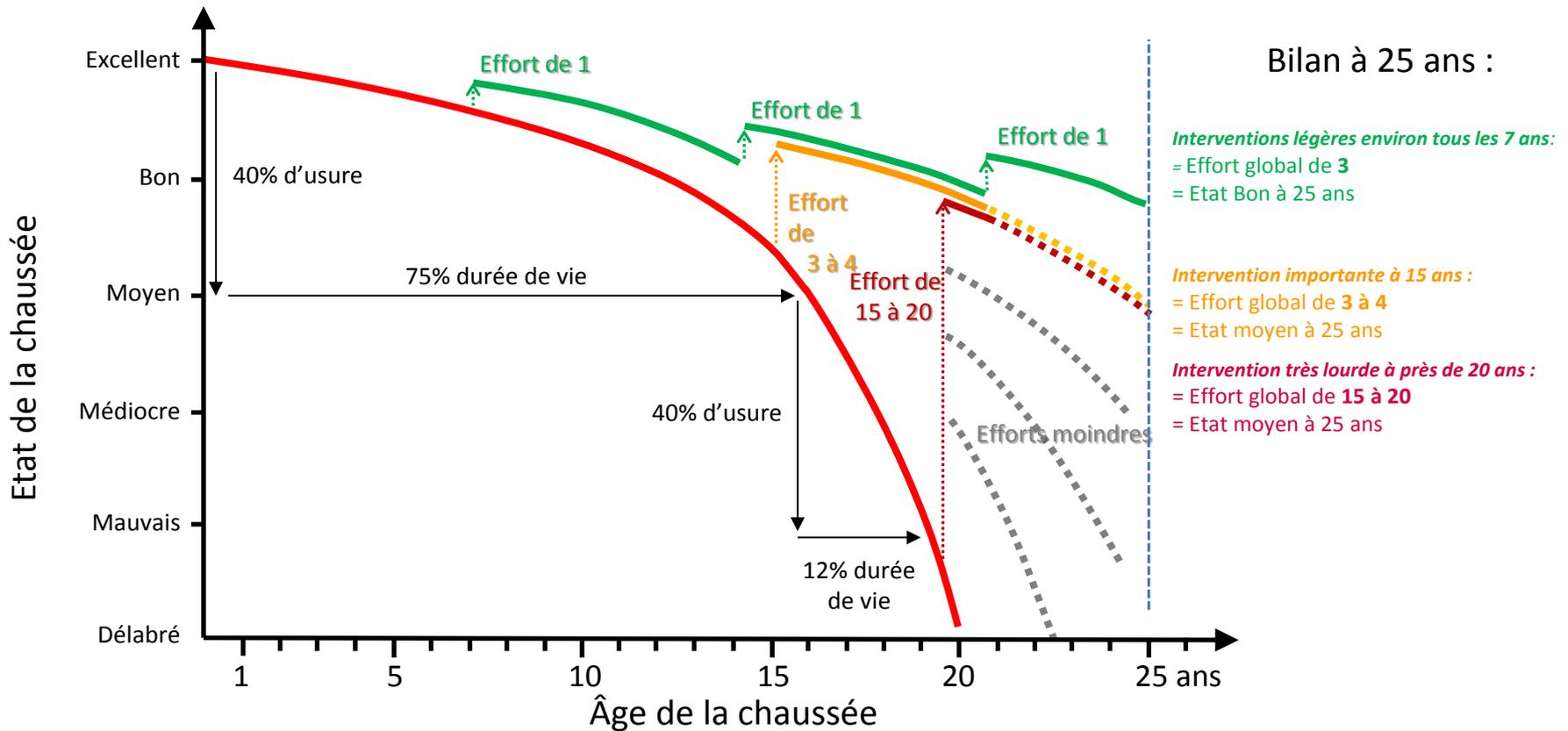
1. Une raréfaction des crédits en investissement et en fonctionnement qui nécessite une optimisation des coûts aux différentes étapes de la vie d'une voirie
2. Une double intégration spatiale et temporelle des coûts d'un projet :
 - Spatiale : évaluation des coûts (et/ou des bénéfiques) de la voirie et « autour » de la voirie elle-même : dépendances vertes, bleues, éclairage mais aussi impact sur l'environnement, sur la population, l'économie,...
 - Temporelle : évaluation des coûts aux différents moments de la vie de l'ouvrage.

→ Nécessité de connaître précisément son comportement dans différentes situations, face à des agressions multiples

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Contexte

La durée de vie *théorique* d'une chaussée en fonction de l'entretien (sans tranchées)



Mais quel est l'impact des diverses ouvertures que subissent ces chaussées tout au long de leur vie ???

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Contexte***

Un environnement général en mutation perpétuelle et dont les évolutions récentes renforcent les sollicitations sur les chaussées :

1. Développement des transports en commun
2. Partage de l'espace, réduction des emprises de voirie, canalisation des circulations lourdes
3. Ouverture de tranchées multiples (*développement des villes, télécommunications etc.*)



*Les deux premiers points trouvent des réponses techniques
mais le troisième nécessite encore des recherches
dont l'enjeu est considérable.*

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Contexte

Des « pansements », « rustines », ancrées dans l'inconscient mais dont l'effet global n'est aujourd'hui pas quantifié...



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées
Les ouvertures de tranchées : les « plaies » de la voirie

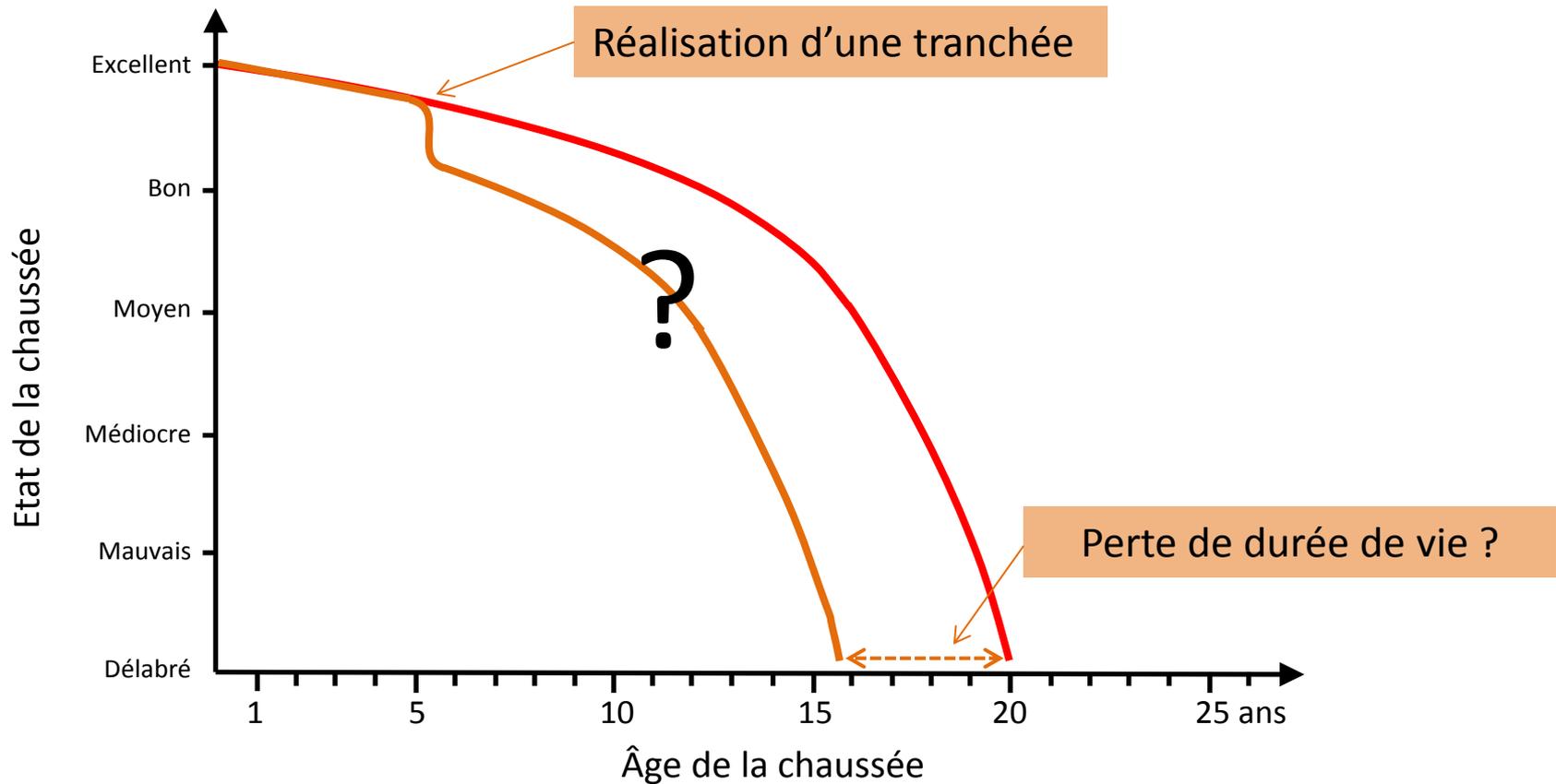
- Exemple : Sur la Métropole Européenne de Lille, entre 12 000 et 15 000 ouvertures par an
- Des réfections souvent mal faites, malgré des règlements de voirie stricts et précis, et des campagnes de contrôle des gestionnaires
- Un effet certain sur la durée de vie de la voirie, mais peu étudié, mal quantifié, d'où l'idée de creuser scientifiquement ces impacts en créant une expérimentation in situ :

La création d'une voirie instrumentée en vue de mesurer l'impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Mesurer les effets

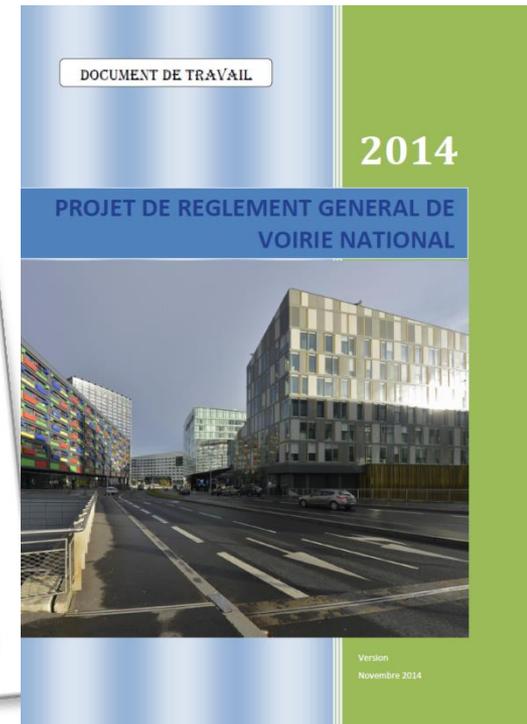
Objectifs : - Evaluer scientifiquement la « supposée » réduction de la durée de vie des chaussées induite par les tranchées



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Objectifs***

Objectifs : - Consolider l'importance des applications des règlements de voirie

= disposer d'arguments pour réviser et étayer les prescriptions des interventions sur domaine public (règlements de voirie, Code de la Voirie Routière)



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Etapes du projet

1. Rapide bibliographie : un sujet principalement abordé en Amérique du Nord

- *D'après des relevés visuels et des mesures au FWD*
- *Caractérisation de la baisse des capacités structurelles de la chaussée - réduction de 30 % de la durée de vie de la chaussée*
- *Caractérisation de la perte de valeur du patrimoine*
- *Prescriptions en matière de réfection après tranchées*

2. Développement d'un partenariat de recherche pour étudier l'impact d'une tranchée sur le vieillissement d'une chaussée

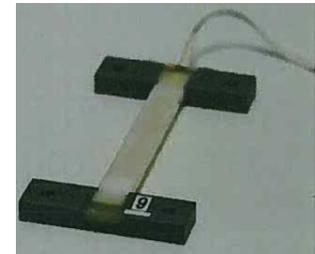
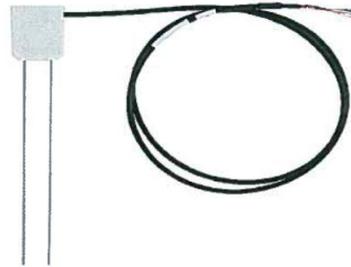
- *Partenaires : Métropole Européenne de Lille - Université de Lille 1 – Eurovia*



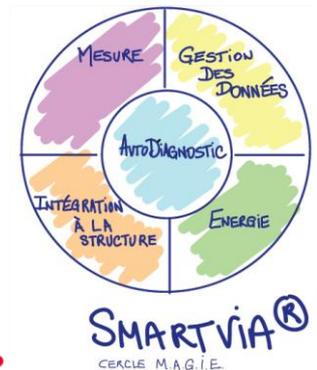
Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Etapes du projet

1. *Méthode proposée : mesure des paramètres physiques caractérisant l'état structural et le comportement d'une chaussée après ouverture d'une tranchée*
 - thermique: sondes de température PT100
 - hydrique: sonde TDR
 - mécanique: jauge de déformation, tassomètre, sonde de pression



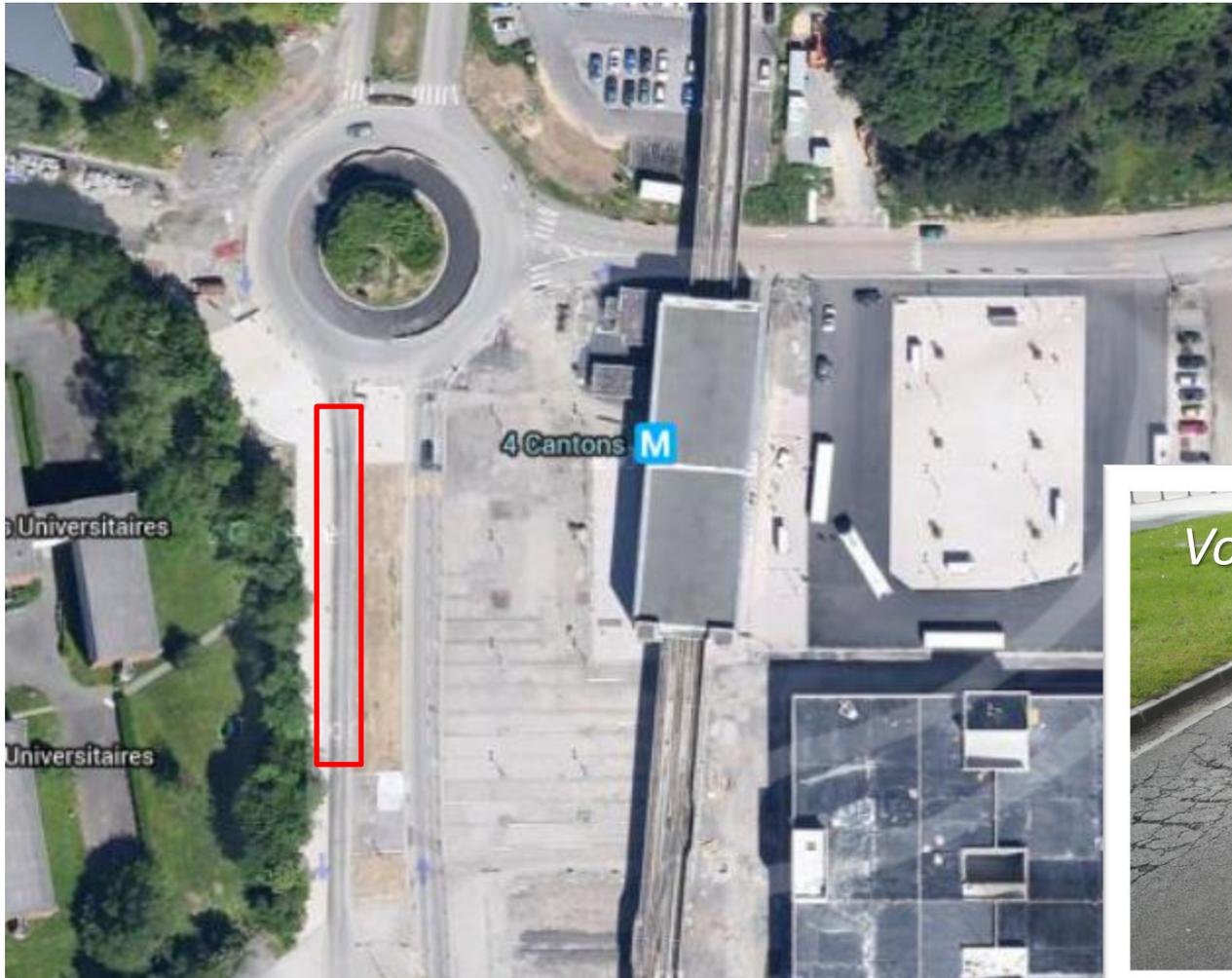
2. *Mise en place du « système Smartvia® »*
 - Du choix des capteurs et des implantations...
 - ...au système d'acquisition et de transmission des données



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Choix du site

Voie canalisée – sup. à 300 bus/jour



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Plan global d'instrumentation

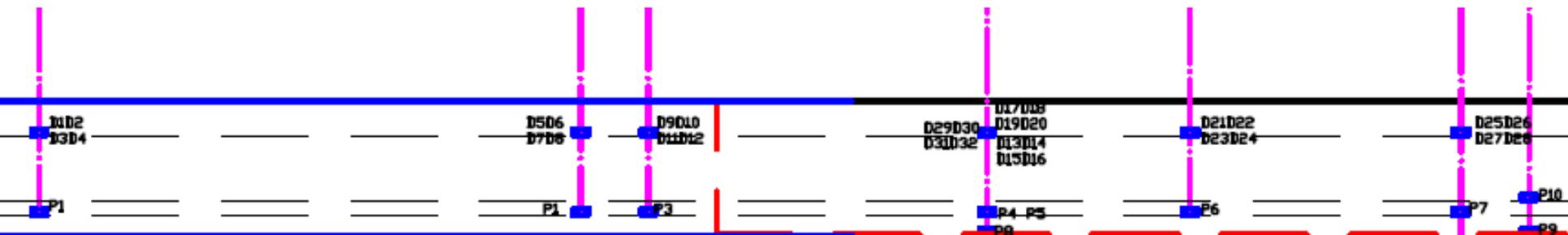
7 nœuds de mesure en chaussée neuve

- Environ 75 capteurs répartis sur la profondeur de la structure

1 nœud en tranchée

- Environ 20 capteurs répartis sur la profondeur de la tranchée

Exemple de répartition en profondeur des capteurs de pression et de déformation :



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Déroulé des travaux

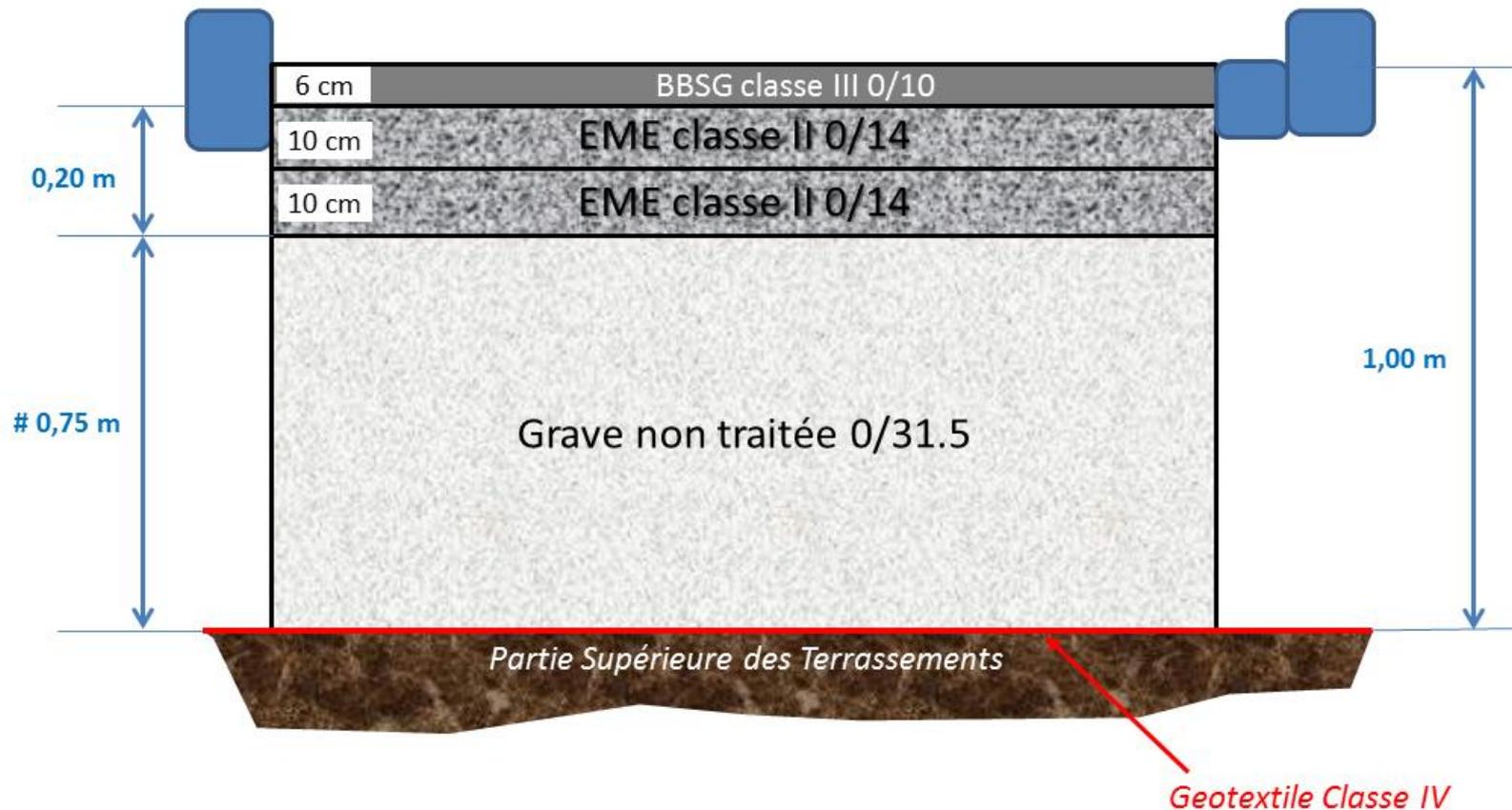
1/ Chantier classique de reconstruction de la chaussée



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Déroulé des travaux

1/ Chantier classique de reconstruction de la chaussée



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Déroulé des travaux***

2/ Intégration des capteurs à l'avancement des travaux



*Fond de forme
(hygrométrie, pression,
température)*

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Déroulé des travaux

2/ Intégration des capteurs à l'avancement des travaux



*Base des EME
(déformation, hygrométrie, pression,
température, fibre optique)*

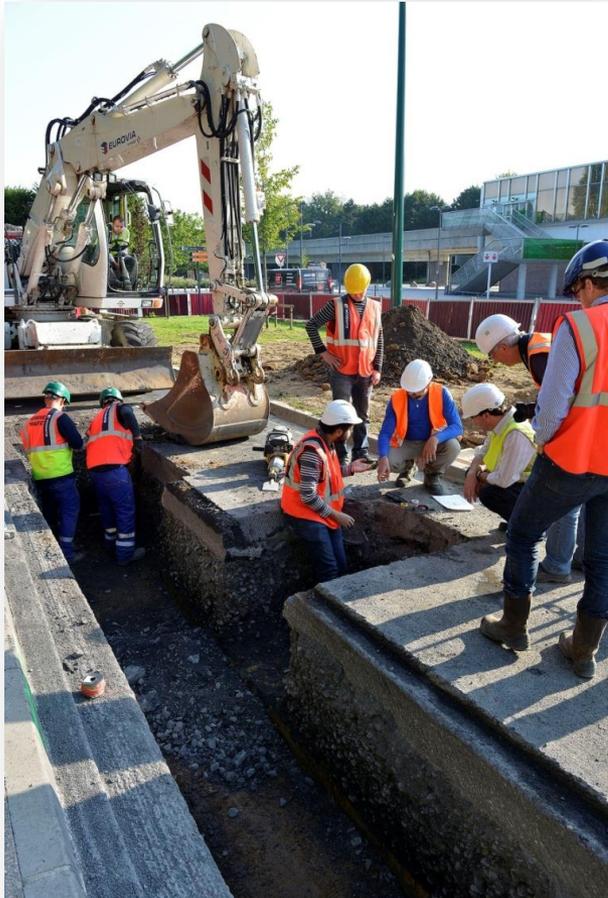


Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées
Déroulé des travaux
3/ Couche de roulement



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées *Déroulé des travaux*

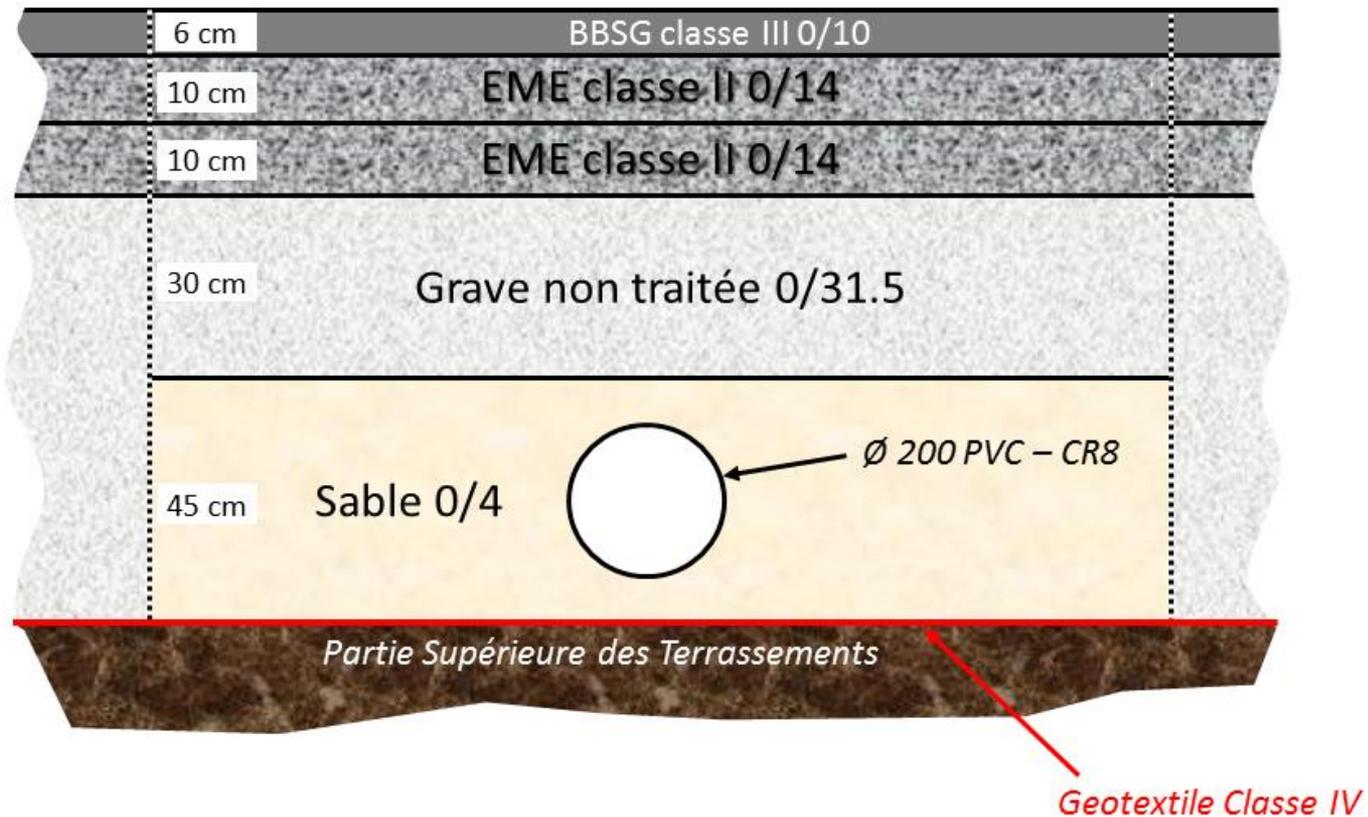
4/ Ouverture d'une tranchée « dans la foulée »



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Déroulé des travaux

4/ Ouverture d'une tranchée « dans la foulée »



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées *Déroulé des travaux*

5/ Instrumentation dans la tranchée



*Fond de forme et base des EME
(déformation, hygrométrie, pression,
température, fibre optique)*

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Déroulé des travaux

6/ Remblayage, compactage & fermeture de la tranchée



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Exploitation des résultats***

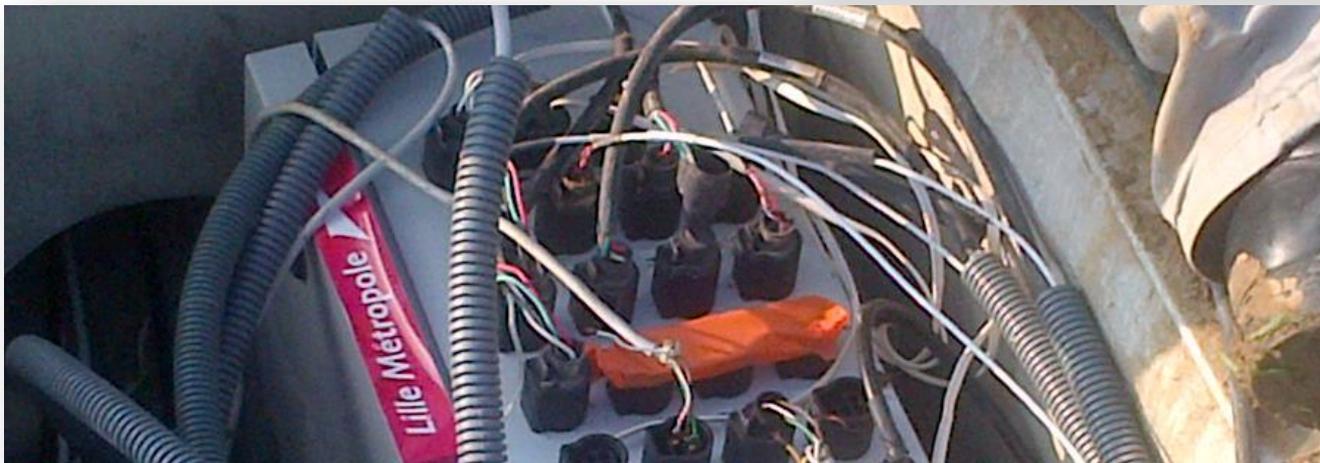
Systeme d'acquisition

1. Un système autonome

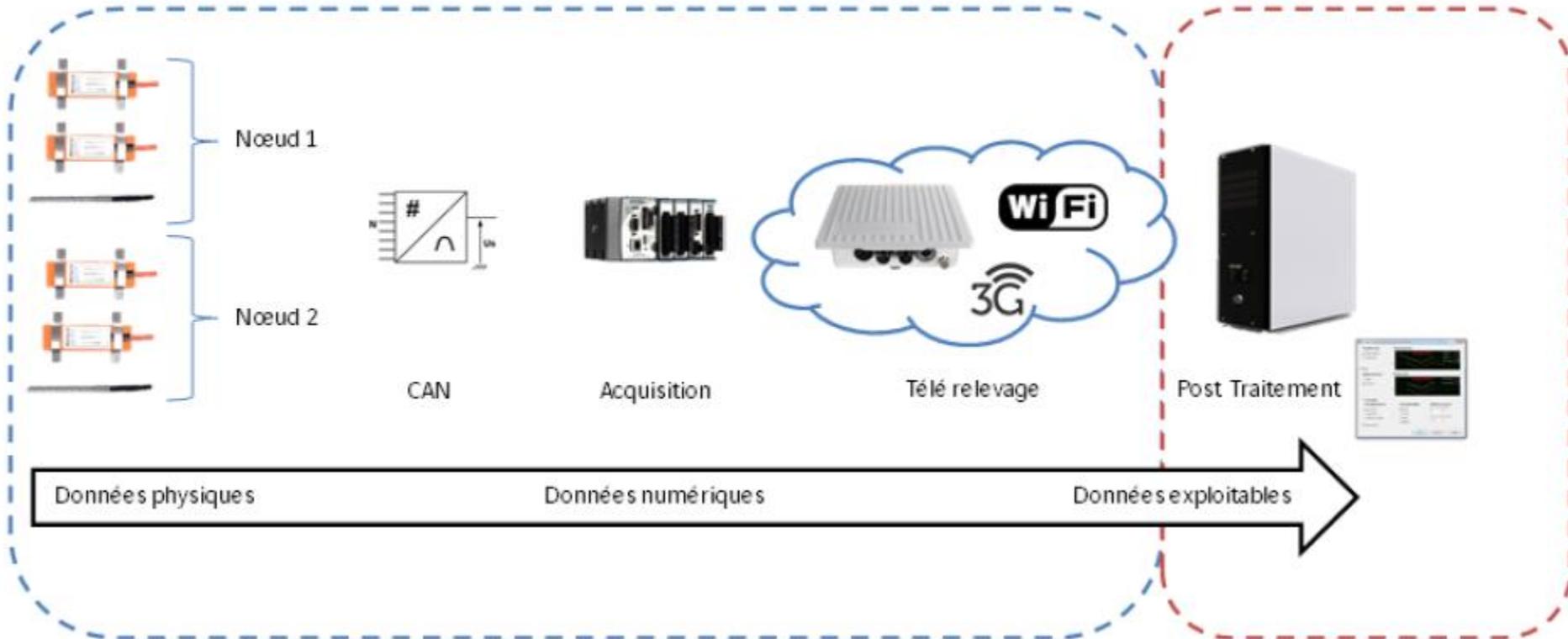
- *Logiciel embarqué*
- *Télé relève des données par 3G*

2. Un système adapté

- *Logiciel d'acquisition « sur mesure »*
- *Déclenchement sur seuil*
- *Suivi du trafic par SIREDO et caméra*



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées Exploitation des résultats



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Exploitation des résultats***

Trois approches d'exploitation des résultats :

- Exploitation des données numériques issues des différents capteurs « classiques » (déformation, température, hygrométrie, pression, tassomètre)
- Exploitation des campagnes régulières de déflexion avec des points de mesure tous les 2 mètres sous chaque axe de passage de roue
- Recherche et exploitation des résultats des 2 lignes de fibre optique à réseau de Bragg (1 en chaussée, 1 en tranchée)



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Exploitation des résultats – Les données ‘capteurs’

Exploitation des données numériques issues des différents capteurs, **premiers retours** :

- Complexité de gestion de la quantité de données enregistrées :
Enregistrements des « évènements représentatifs » en supprimant les signaux parasites. Travail d’ajustements successifs des algorithmes de calculs afin de ne pas saturer les transmissions et simplifier l’interprétation des évènements
- Saturation de la 3G pour transmission de signaux trop rapprochés (éléments manquants sur capteurs). Analyse complémentaire à mener en récupérant les données envoyées en parallèle sur un disque dur

Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Exploitation des résultats – Les données ‘capteurs’

Exploitation des données numériques issues des différents capteurs, **premiers retours** :

- Certains capteurs sont plus sensibles que d'autres en terme de durée de vie ; les capteurs de déformation, pression arrivent en fin de vie (connu) pour des problèmes de corrosion ou de court-circuits
- L'Université commence l'analyse statistique des 9 mois d'enregistrements de mesures. Le premier travail d'isolation, interprétation des signaux etc. est fastidieux
- Le lien fonctionnel avec la mécanique des structures de chaussée sera ensuite effectué

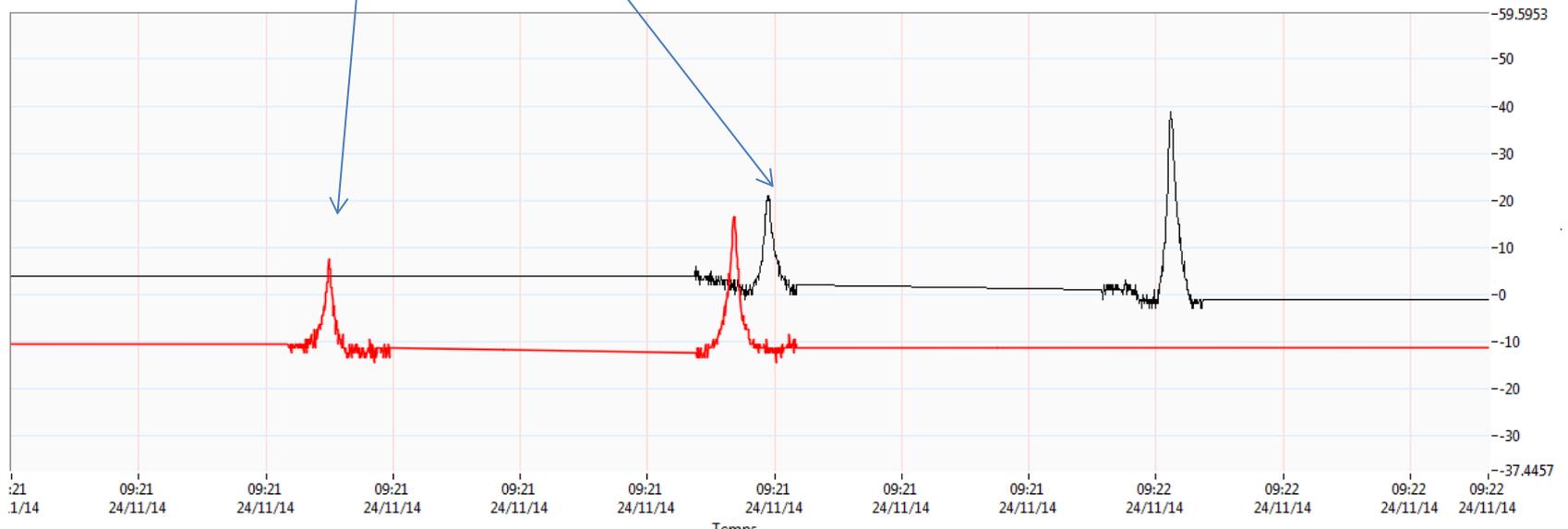
Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Exploitation des résultats – Les données ‘capteurs’

Exemple de signaux (*en cours*) :

D10 – hors tranchée

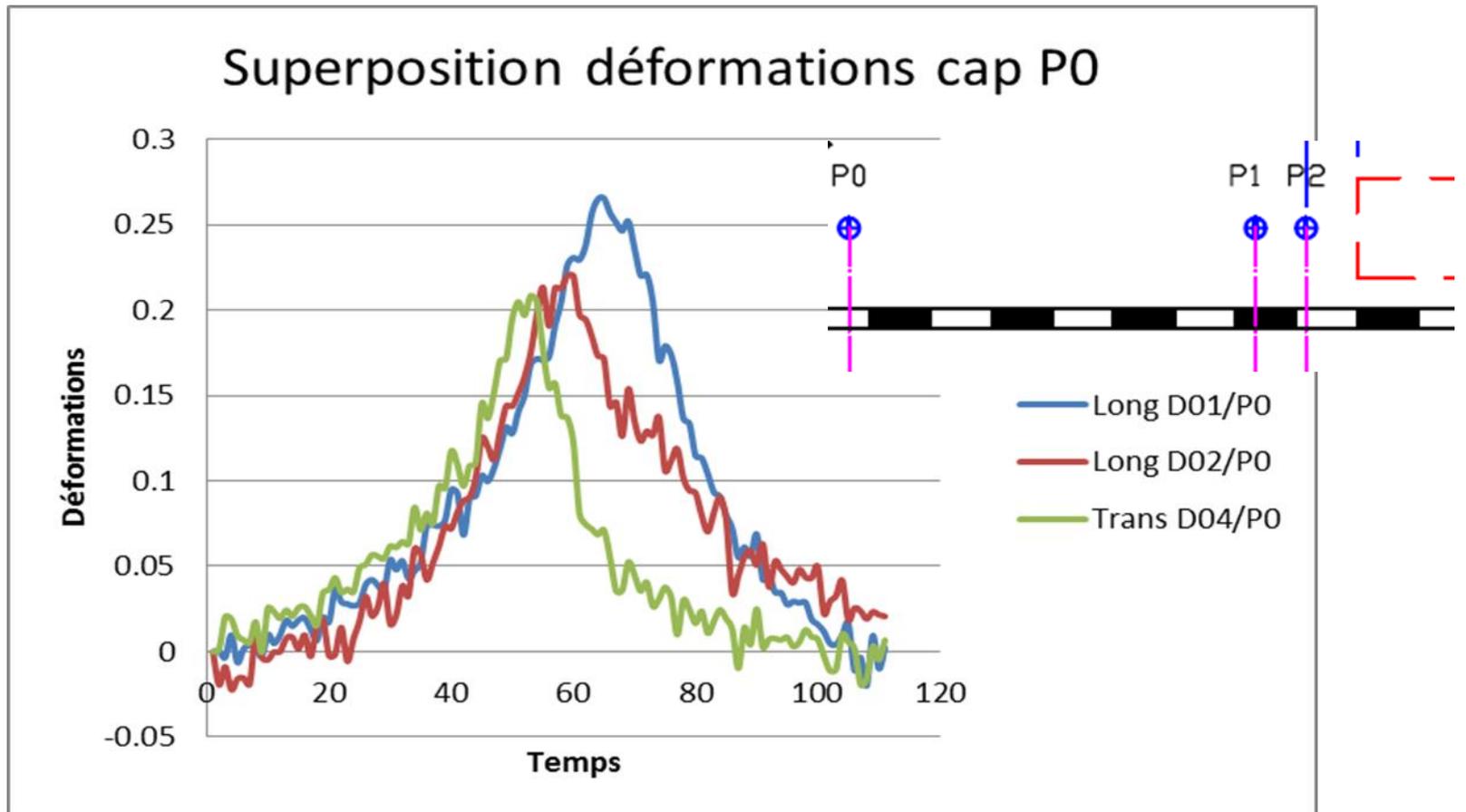
D29 – en tranchée



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées

Exploitation des résultats – Les données ‘capteurs’

Exemple de signaux : des niveaux de micro-déformations en cohérence avec les connaissances sur cette typologie de structure

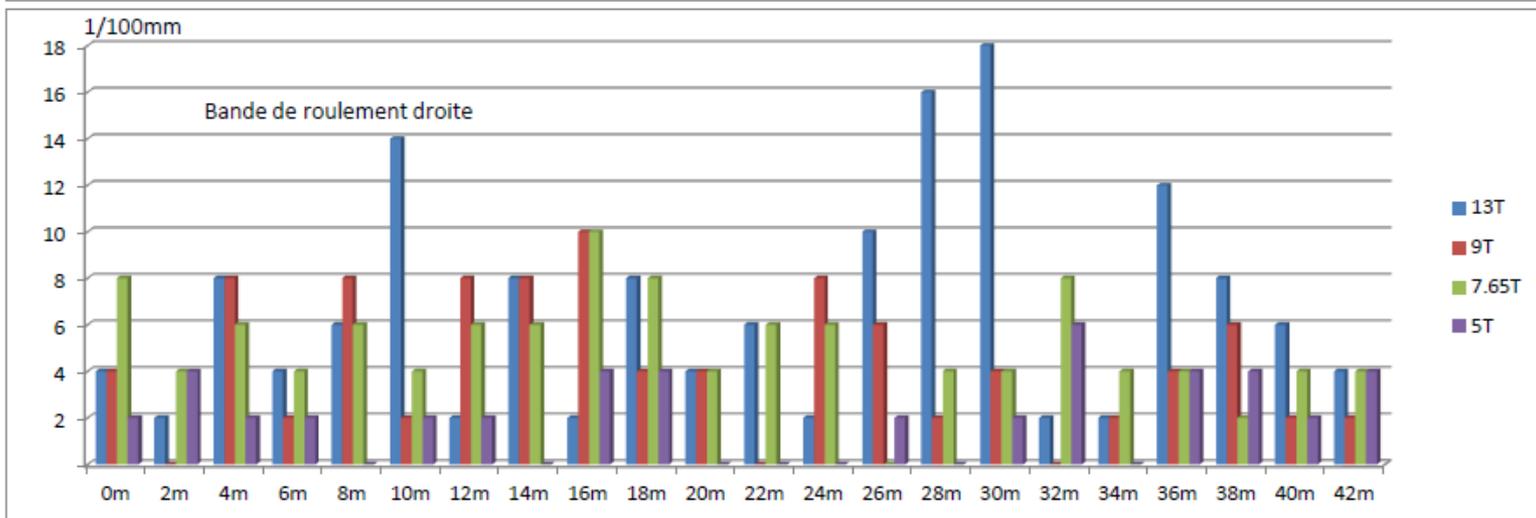
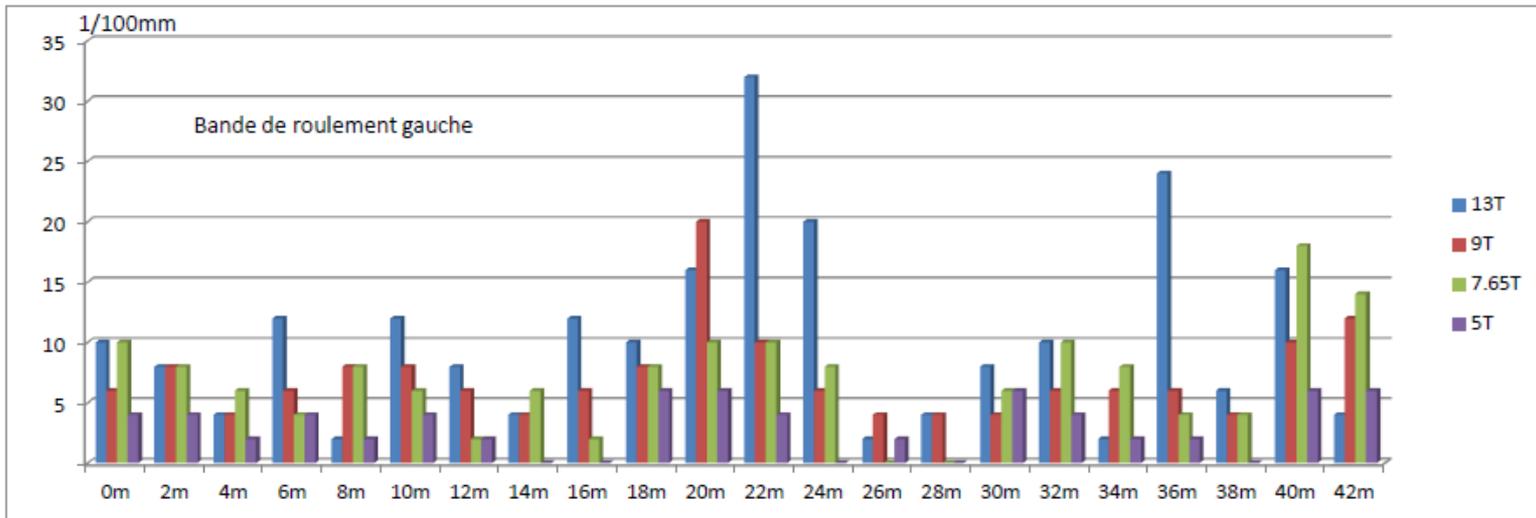


Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées *Exploitation des résultats – Les données ‘déflexions’*

- Des mesures de déflexions sont effectuées à intervalles réguliers afin d’obtenir des données complémentaires et obtenir des correspondances avec les mesures des capteurs



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées Exploitation des résultats – Les données ‘déflexions’



Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées ***Suites***

Perspectives :

- 1. Exploitation fine des données recueillies*
- 2. Rapprochement entre ces données et la mécanique des chaussées*
- 3. Estimation scientifique de la perte de valeur patrimoniale due aux tranchées*
- 4. Consolidation des règlements de voirie*
- 5. Révision du dimensionnement et de la conception des voiries urbaines*
- 6. Intégration dans la stratégie de maintenance du patrimoine*
- 7. Réflexions sur d'autres dispositifs d'instrumentation*

*-> une démarche au service de l'utilisateur
et de la préservation de son cadre de vie*

MERCI DE VOTRE ATTENTION

RNIP Toulouse - 11 & 12 juin 2015
M. Courbot – AITF / Métropole Européenne de Lille