

Caractérisation performancielle, in situ, des interfaces de chaussées

Philippe BARRIERE, CORE Center by Colas
Anne DONY, ESTP Paris

Contexte



Source COLAS : rampe d'émulsion



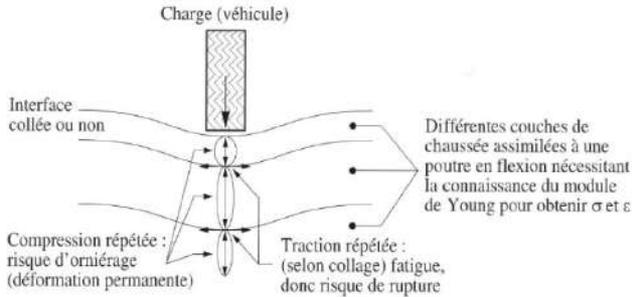
Source DVDC-GT1-3

- **Décollage des couches : une des causes de dégradation des structures de chaussées...**
- **Nécessité de caractériser la qualité du collage**

Objectif

- **Consortium DVDC: Pérennise Chaussées, Université de Limoges, ESTP/ENSAM, RDF (via COLAS), EUROVIA, EIFFAGE**
- **Cahier des charges:**
 - **Essai in-situ produisant un effet de cisaillement par torsion**
 - **Rapide, peu coûteux, semi-destructif, commun et accessible à l'ensemble de la profession**
 - **Méthode fiable et fonctionnelle avec une métrologie acceptable (Norme – agrément)**

Analyse de l'existant : norme européenne



v. Domec *Endommagement par fatigue des enrobés bitumineux en condition de trafic simulé et de température*, Bordeaux; 2005

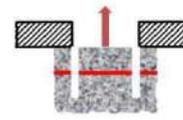
Sollicitation de la chaussée:

- Multiples sollicitations (Cisaillement, traction, compression) dépendant de l'interface collée, semi-collée,...
 - Effort normal de charge véhicule
 - Charge combinée cyclique
 - Variante (freinage, accélération, virage,..)
- Zone de sollicitation complexe....

➔ **Norme européenne**
(NF EN 12697-48 novembre 2021)
Proposition 6 méthodes
d'essai!

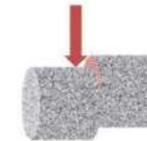
Plusieurs approches... :

– **3 essais monotones normatifs**



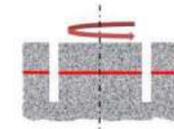
Tensile (TAT) :
0 +1 °C ou 10 ±0,5 °C
200 N/s
Ø = 100 mm

Labo et
chantier



Shearing (SBT) :
20 ±1 °C
50 ±2 mm/min
Ø = 100 mm

Labo



Torque (TBT) :
20 ±2 °C
30 ±15 s/90°
Ø = 100 mm

Labo et
chantier

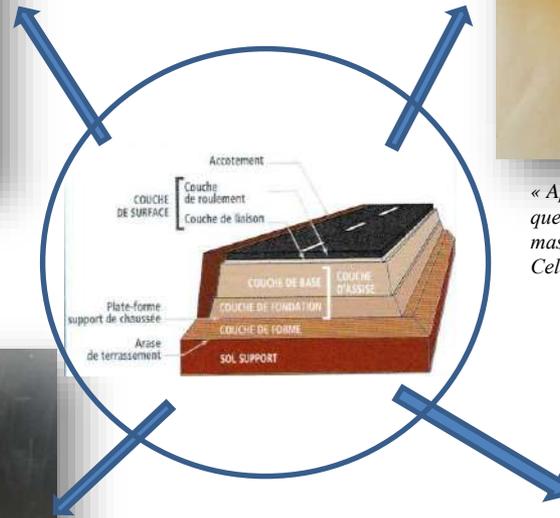
Analyse de l'existant : norme européenne

Via machine
d'essais



Clé dynamométrique
selon norme
(manuel donc
possibilité d'un essai
in situ sur chantier)

« Après avoir obtenu les résultats des essais de torsion mécanique, on a vu que le couple à appliquer peut arriver jusqu'à 900N.m, ce qui traduit en masse qu'il faut appliquer au bout d'une barre d'un mètre fait environ 90Kg. Cela met en question la faisabilité de l'essai manuel ». G. Marmier



Via machine
d'essais



Via machine
d'essais

(Dispositif
Eurovia
mécanique)

Analyse de l'existant : norme européenne

Type d'essai	T essai (°C)	Vitesse	σ_{rupture} (MPa)	CV
Traction	10°C	200N/s	1,64	12%
Cisaillement	20°C	50 mm/min	1,73	15%
Torsion (via dispositif)	20°C	90° en 30 s soit 196 mm/min	3,38	5%

Via machine
d'essai

Clé dynamométrique
selon norme
(manuel donc possibilité
d'un essai in situ sur
chantier)

«... torsion mécanique, on a vu
N.m, ce qui traduit en
un mètre fait environ 90Kg.
el ». G. Marmier

Via machine
d'essais

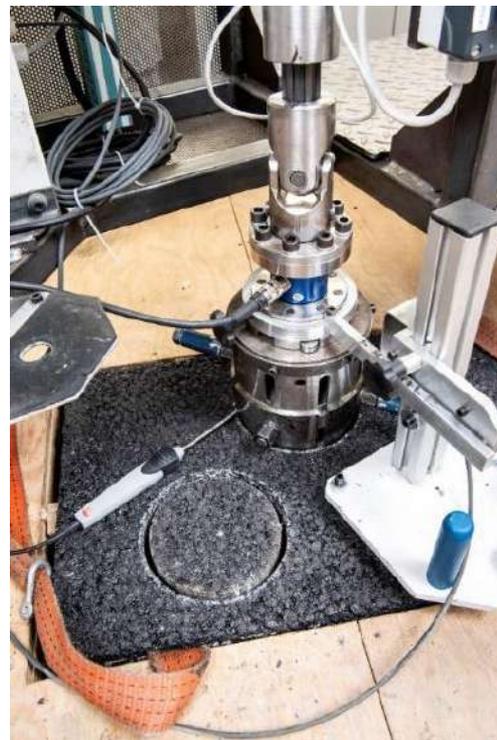
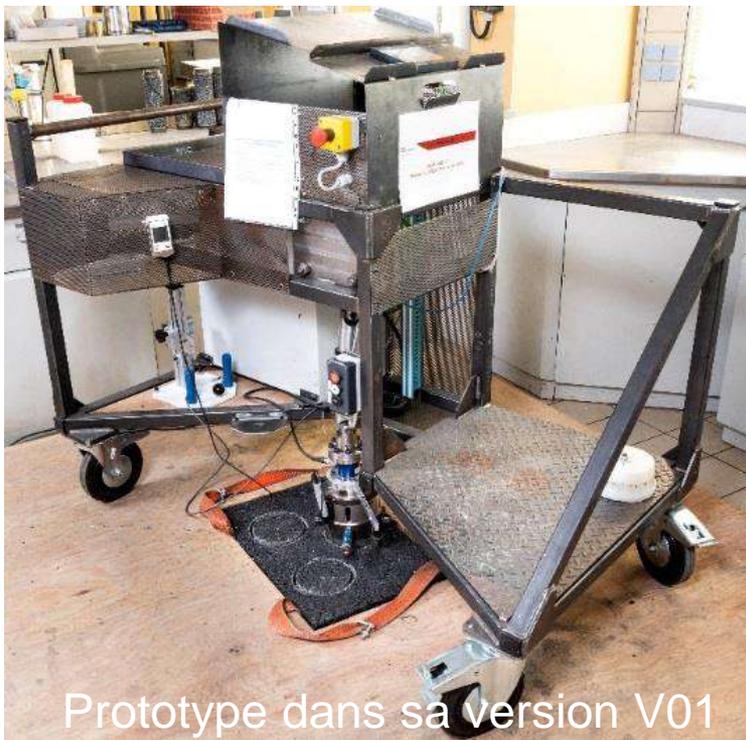
Difficultés de comparer les résultats... conditions différentes et influence forte des conditions d'essai

Via machine
d'essais

«... Eurovia
mécanique)

Développement d'un appareil de mesure in situ

- **Etape 1 : Phase d'étude et d'essais en laboratoire (2018)**

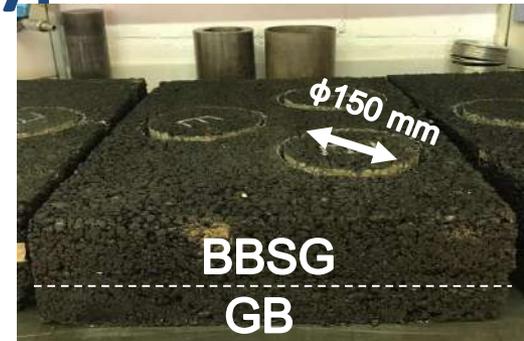
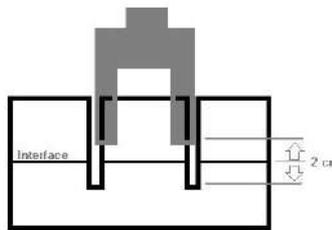


Développement d'un appareil de mesure in situ

• Evaluation et paramétrage du prototype

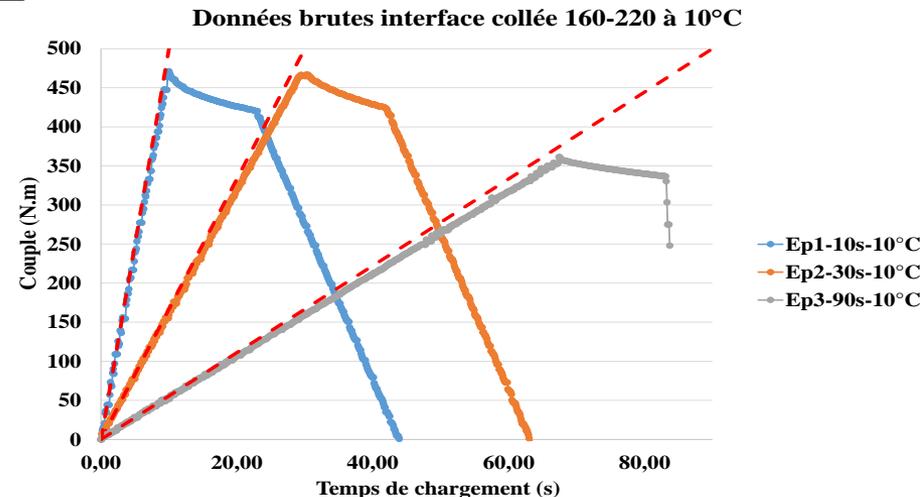
– Plan d'expérience :

- ECR 69 au 35/50, 160/220 et 35/50 modifié
- 10°C, 20°C et 30°C
- 3 répétabilités



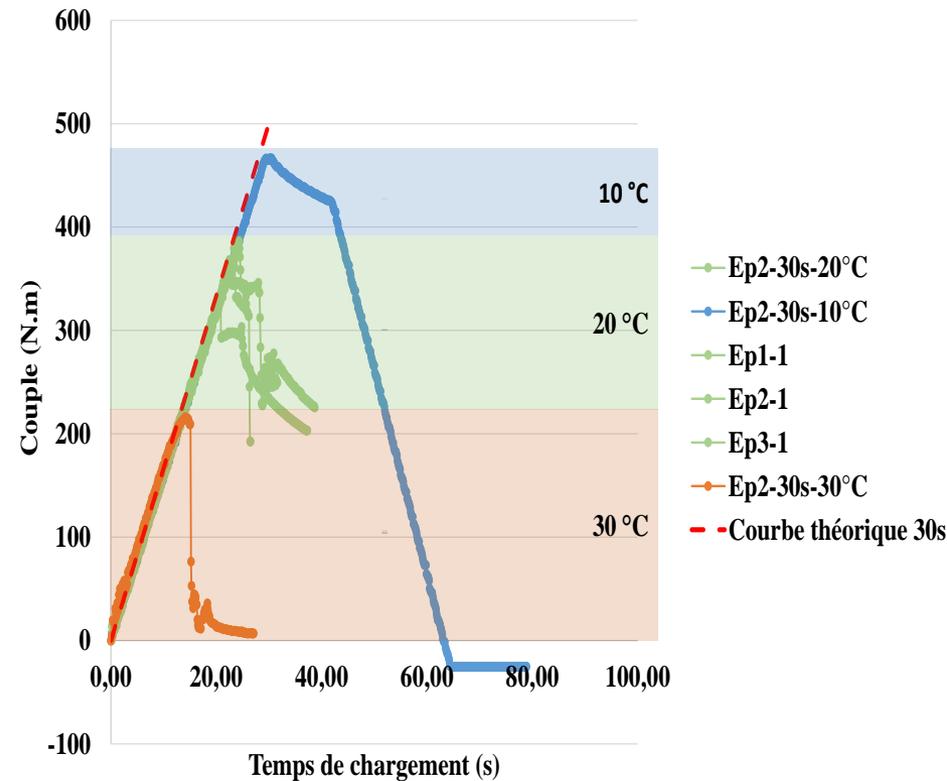
– Paramétrage du prototype

- Rampe de montée en charge
- Rupture à rotation
- Influence de la température



Développement d'un appareil de mesure in situ

- **Résultats des tests en laboratoire**
 - Influence de la T° sur la contrainte
 - Rupture au-delà de 500 Nm à 10°C
 - Pas d'effet du type d'émulsion



Développement d'un appareil de mesure in situ

• Etape 2 : campagnes de mesures sur le terrain (2019)

– 4 terrains de jeux

- USSEL (19) – Ancienne RN 89 (*Avril*)
- Manège de fatigue d'UGE (Nantes 44)
(*Mai*)
- RD909 PN MURE (Moriat, 63) (*Juillet*)
- N102 Enrobé neuf (Brioude 43)
(*Septembre*)

– Objectifs et programme d'essais

- Logistique terrain
- Maitrise de la température ?
- Influence des types de supports ou d'interface



Développement d'un appareil de mesure in situ LOGISTIQUES ET CONDITIONS IN SITU

Temps de manipulation

15 min



- **15 minutes sur terrain** (mise en station, mesure et démontage)
- Résultat immédiat et quantifié (courbe d'essai)
- Un prototype qui ne préfigure pas la version commerciale

Développement d'un appareil de mesure in situ Maîtrise de la température ?

Procédure simple de mesure de températures (en un point proche de la zone évaluée)

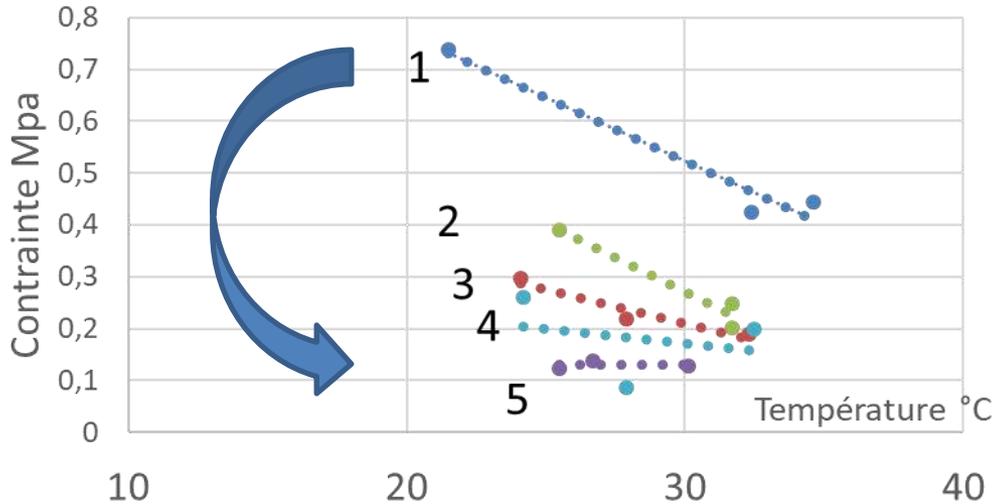
Des solutions de rebouchage rapide en mode non destructif



Développement d'un appareil de mesure in situ

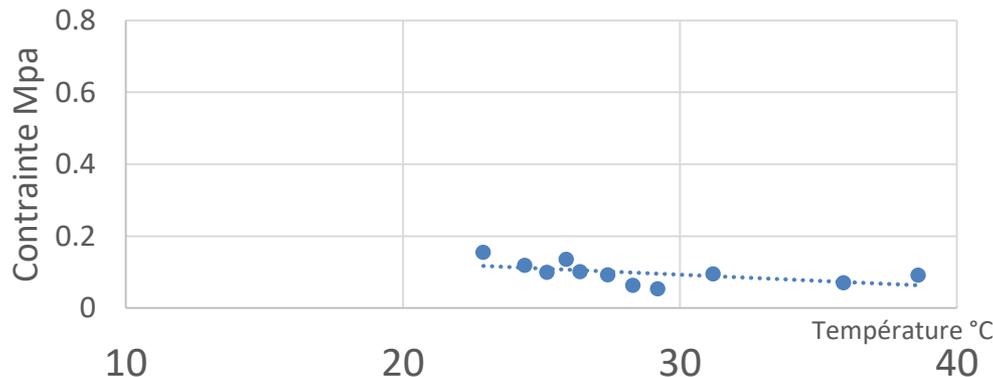
Influence des types de supports ou d'interface

Essai de torsion in-situ Nantes (Université G. Eiffel)



1. Référence collée à l'émulsion
2. Interface collée
3. Interface collée
4. Interface normalement collée
5. Mauvais collage interface

Essai de torsion in-situ MORIAT (D909)



Test tournevis → décollé < 0,15 MPa
Paramètres d'essais mini
Pas d'influence de la température

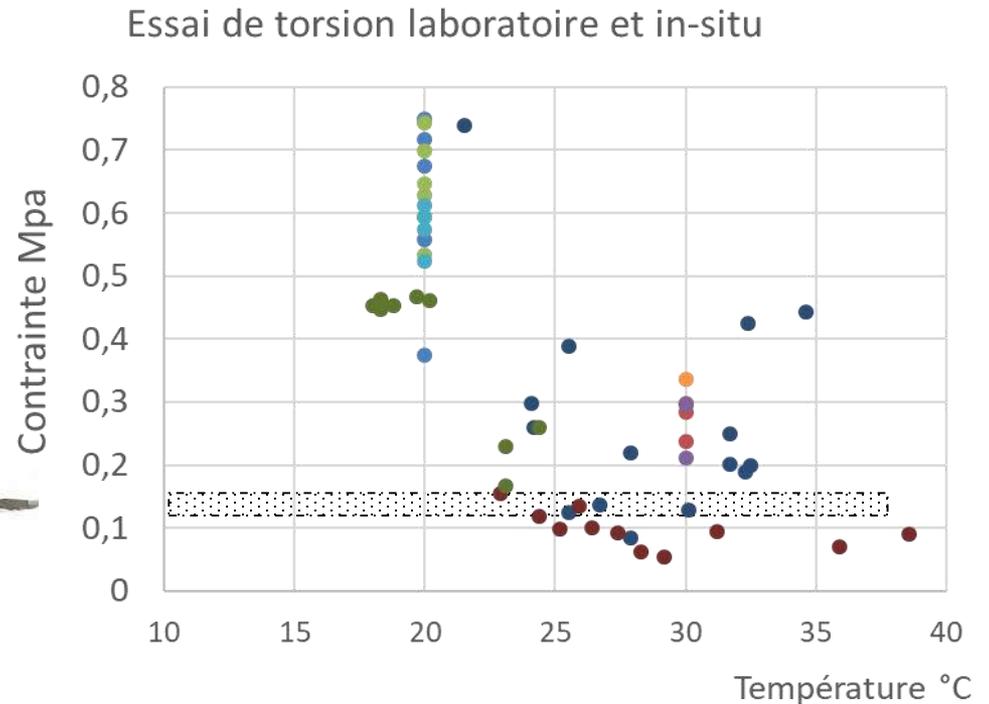
Développement d'un appareil de mesure in situ

- Premiers enseignements des résultats...

- Influence de nombreux paramètres

- Nature Support
 - Qualité Interface
 - Température à l'interface

...



→ Pertinence d'un seuil en contrainte ?

Développement d'un appareil de mesure in situ

• Atelier de travail (14/10/20) FNTP Paris

28 participants dont 14 orateurs

Débat riche en échanges :

- Souhait d'une technique très simple et rapide pour le contrôle des chantiers ou les expertises **MAIS** complexité des phénomènes
- Norme Eu non satisfaisante et intérêt pour le dispositif développé **MAIS** nécessité de poursuivre les travaux
- Différents moyens techniques et de recherche développés et complémentaires

Plusieurs laboratoires sont intéressés par le nouveau dispositif

Développement d'un appareil de mesure in situ

- **Tranche 4 du projet DVDC (acté en 2021)**

Industrialisation du prototype/développement

Essais complémentaires sur chantier si bien ciblé

Qualification du nouvel appareil (labo/chantier)

Développement d'un appareil de mesure in situ

- **Nouvel outil « terrain » développé par DVDC**



- **Suivant un cahier des charges précis**

Développement d'un appareil de mesure in situ

- **Nouvel outil « terrain » développé par DVDC**



Retard cause crise sanitaire

Première proposition PROVITEQ....

Quelques contraintes à discuter

Nécessité de compromis

Décalage planning



Conclusions et perspectives

- Programme de développement à poursuivre... dans DVDC...au-delà DVDC ?...
- Achat de 3 premiers outils ?... (2 centres de R&D, 1 entreprise de contrôle et suivi)
- Nécessité de collecter des données chantier (retour d'expérience)
- Ouverture outil prospectif labo... (corrélation des résultats labo/chantier)
- Positionnement par rapport à la norme européenne... (seuil de collage..?)

Merci de votre attention

Philippe BARRIERE
CORE Center by COLAS
barriere@campus.colas.fr

Anne DONY
ESTP Paris
adony@estp-paris.eu