



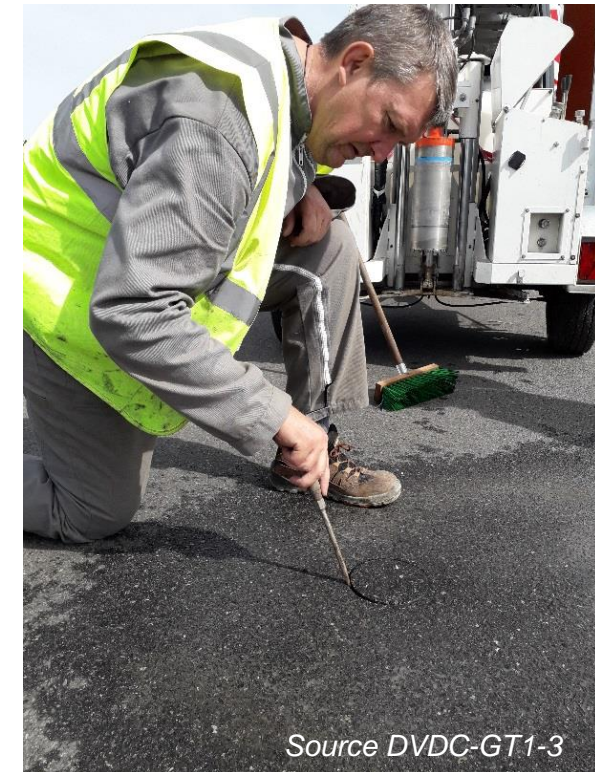
COLLAGE DES COUCHES

*Caractérisation performancielle, in situ, des interfaces
des couches de surface*

Philippe BARRIERE, CORE Center
Anne DONY, ESTP

- ▶ Contexte et objectifs
- ▶ Analyse de l'existant
- ▶ Développement d'un appareil de mesure in situ
 - Phase étude et essais en laboratoire
 - Campagne de mesures sur terrain
 - Enseignement et intérêt de la profession
 - Industrialisation
- ▶ Conclusion et perspectives



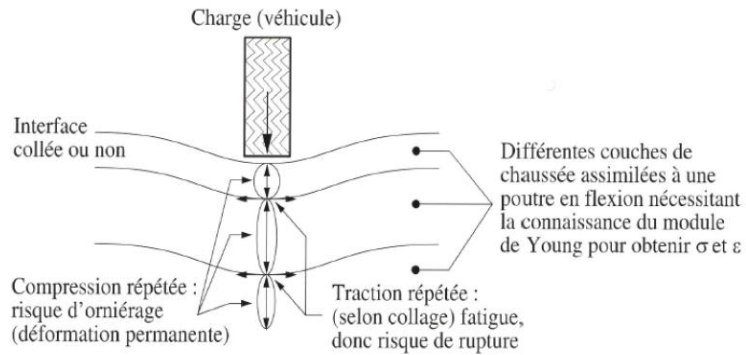


- ▶ **Décollage des couches: une des causes de dégradation des structures de chaussées...**
- ▶ **Nécessité de caractériser la qualité du collage**



- ▶ **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)





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

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

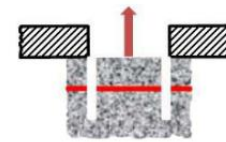
Plusieurs approches... :

- 3 essais monotones normatifs

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....



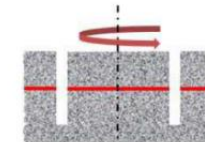
Tensile (TAT) :
0 +1 °C ou 10 ±0,5 °C
200 N/s
Ø = 100 mm

Labo et
chantier



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

Labo

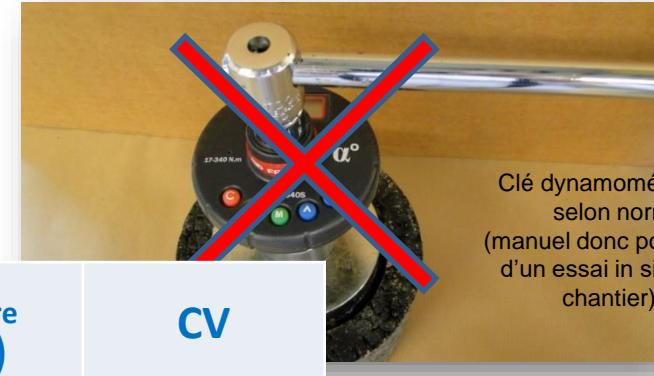
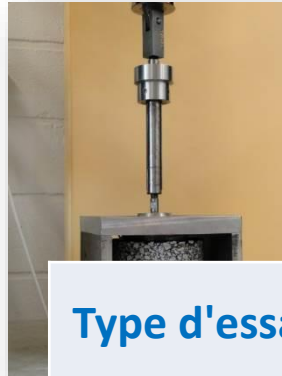


Torque (TBT) :
20 ±2 °C
30 ±15 s/90°
Ø = 100 mm

Labo et
chantier



Via machine
d'essais



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

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%

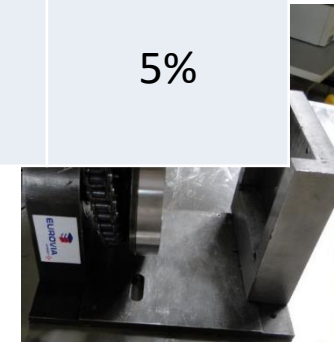
ts des essais de torsion mécanique, on a vu
rriver jusqu'à 900N.m, ce qui traduit en
out d'une barre d'un mètre fait environ 90Kg.
ité de l'essai manuel ». G. Marmer

Via machine
d'essais



Via machine
d'essais

(Dispositif
Eurovia
mécanique)

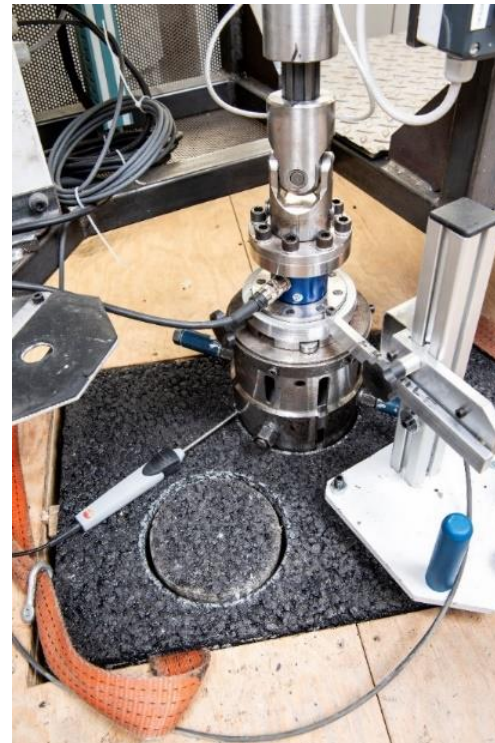


Difficultés de comparer les résultats... conditions différentes et influence forte des conditions d'essai



Ref: Dony, A., Koutiri, I., Yvinec, B., Godard, E. (2016). Analysis of the Draft European Standard on Interlayer Bonding and Understanding of the Influencing Factors. In: Chabot, A., Buttlar, W., Dave, E., Petit, C., Tebaldi, G. (eds) 8th RILEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements. RILEM Bookseries, vol 13. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-0867-6_71

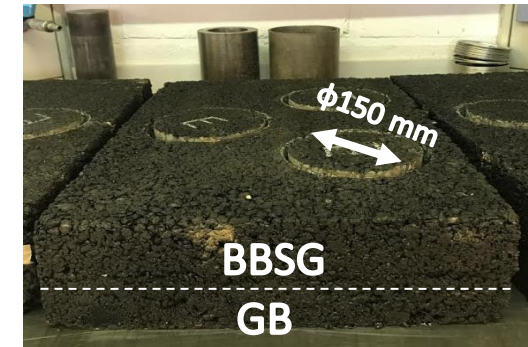
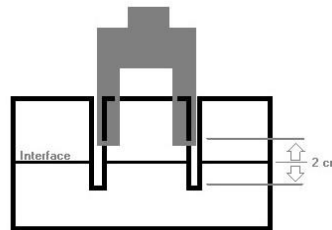
► Etape 1 : Phase d'étude et d'essais en laboratoire (2018)



► Evaluation et paramétrage du prototype

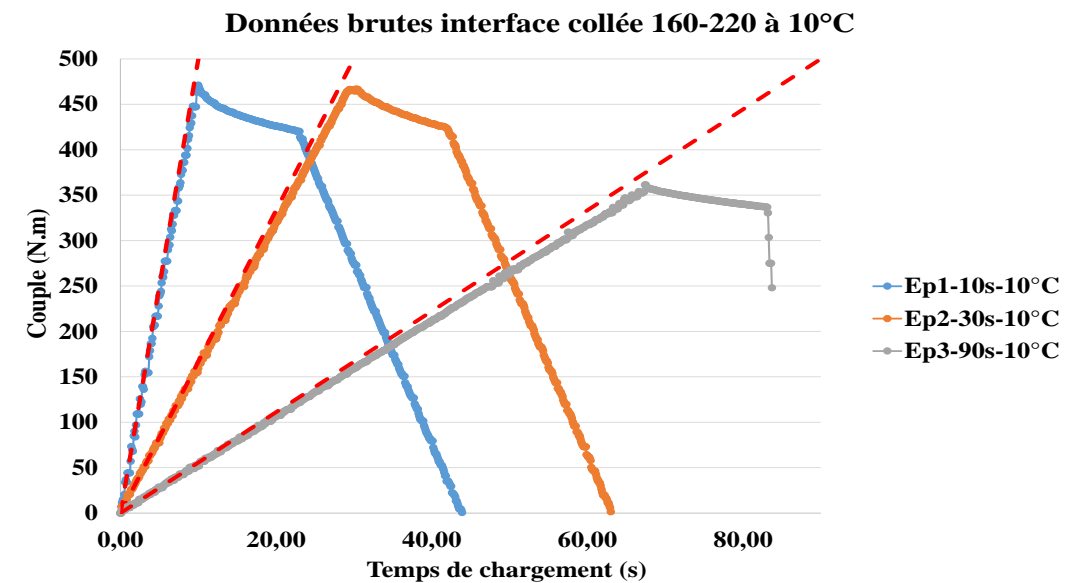
■ Plan d'expérience :

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



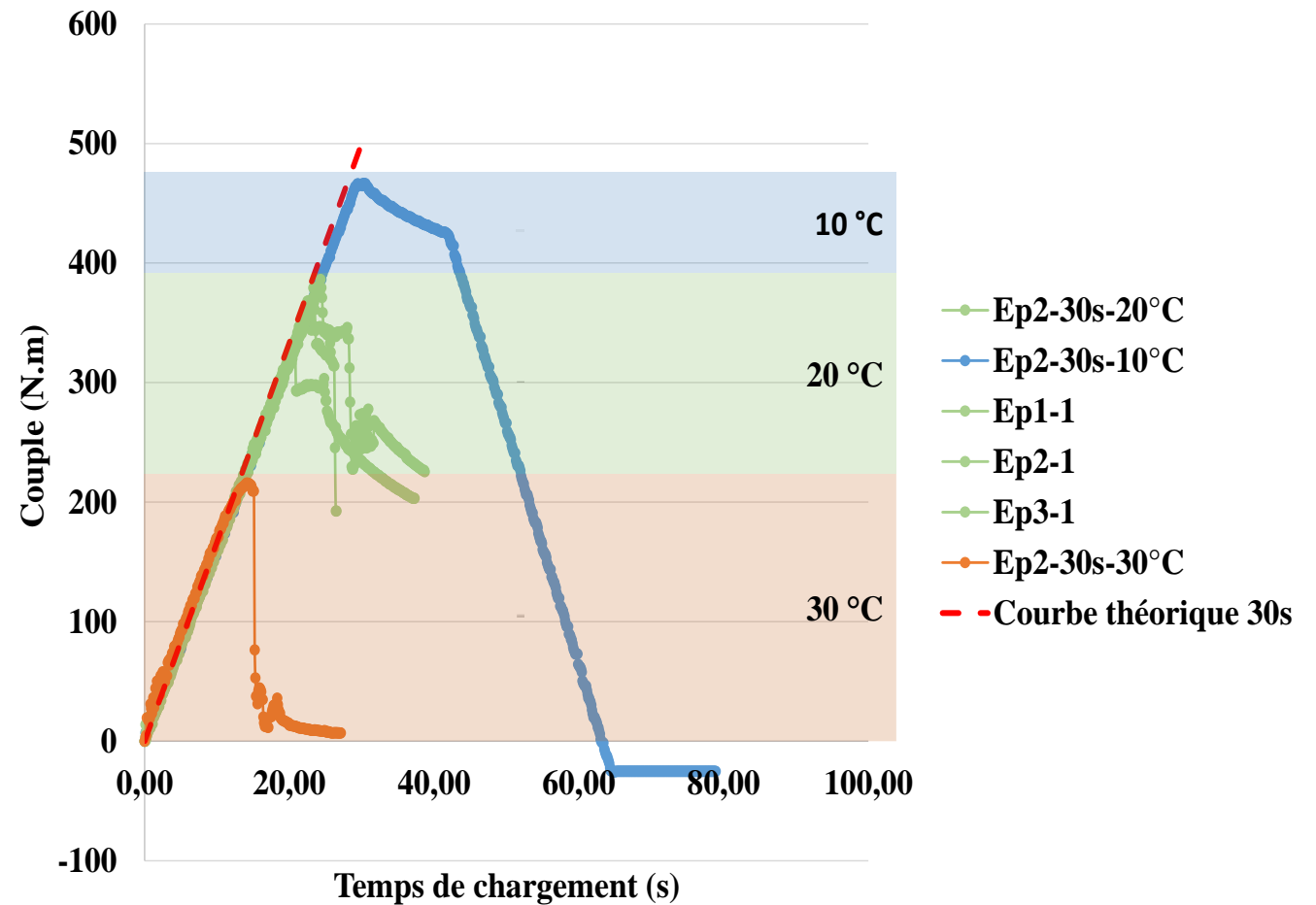
■ Paramétrage du prototype

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



► Résultats des tests en labo

- Influence de la T° sur la contrainte
- Rupture au delà de 500Nm à 10°C
- Pas d'effet du type d'émulsion



► 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
- Maîtrise de la température ?
- Influence des types de supports ou d'interface



15 min
Temps de manipulation



- ▶ **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

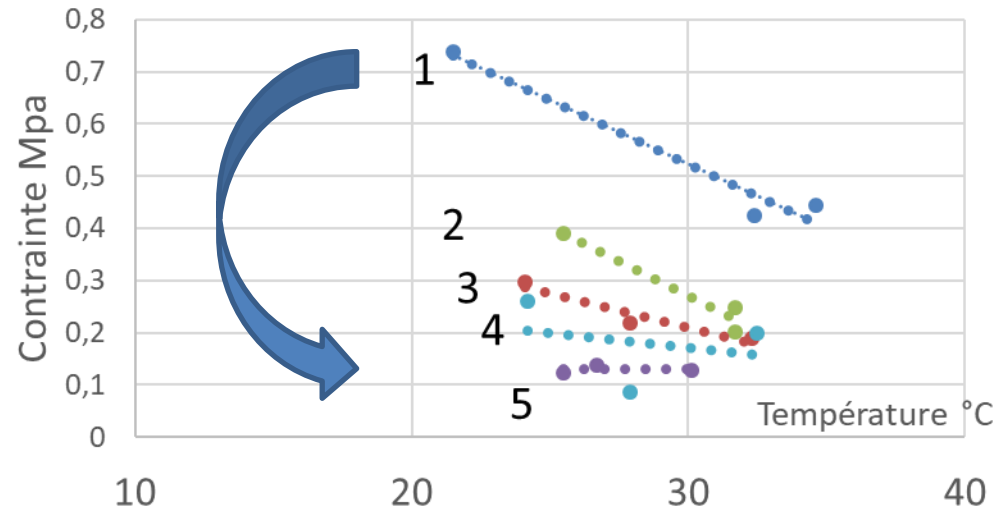


Procédure simple de mesure de températures (en un point proche de la zone évaluée)

Des solutions de rebouchage rapide en mode non destructif

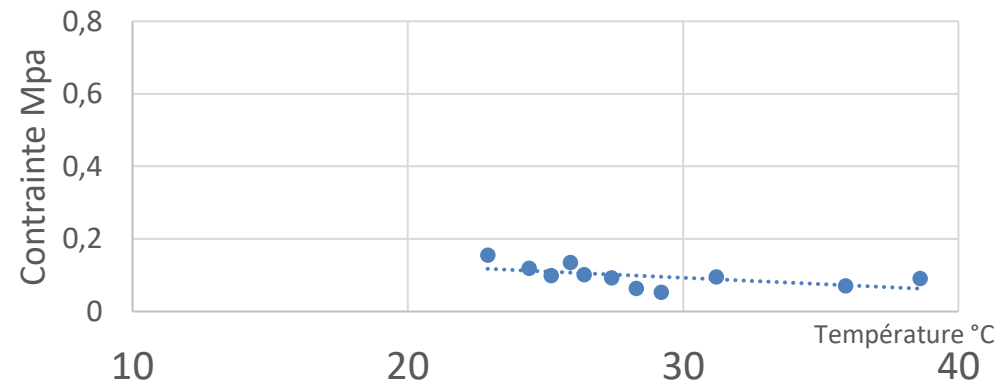


Essai de torsion in-situ Nantes (Université G. Eiffel)



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)



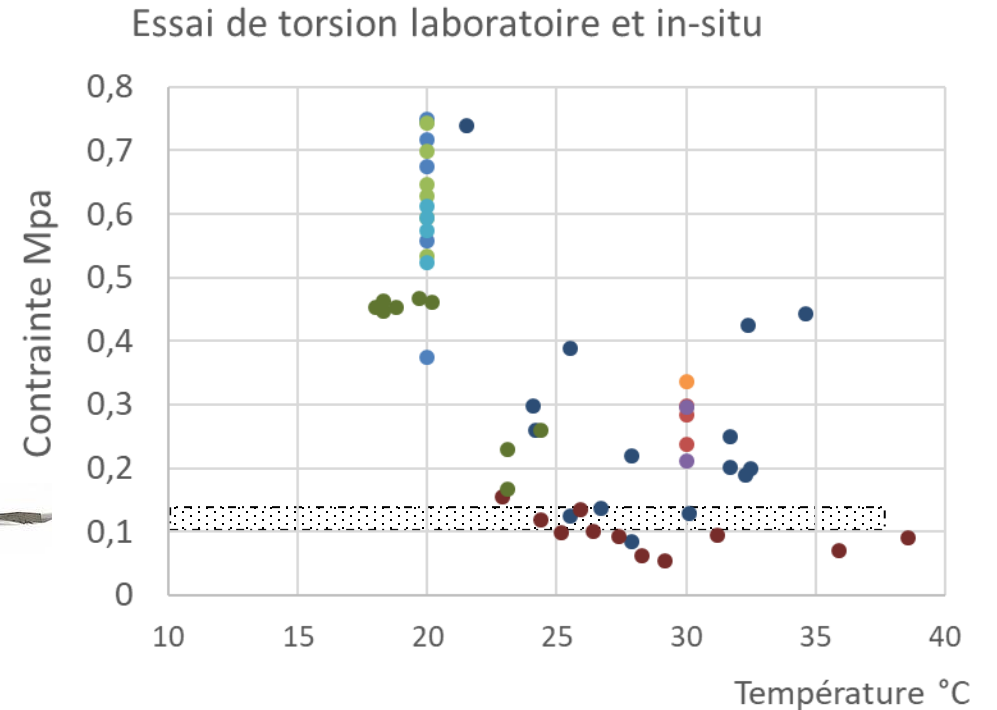
Test tournevis → décollé < 0,15 MPa
Paramètres d'essais mini
Pas d'influence de la température



► Premiers enseignements des résultats...

- Influence de nombreux paramètres
 - **Nature Support**
 - **Qualité Interface**
 - **Température à l'interface**

...



→ Pertinence d'un seuil en contrainte?

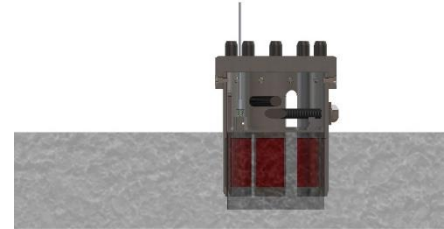
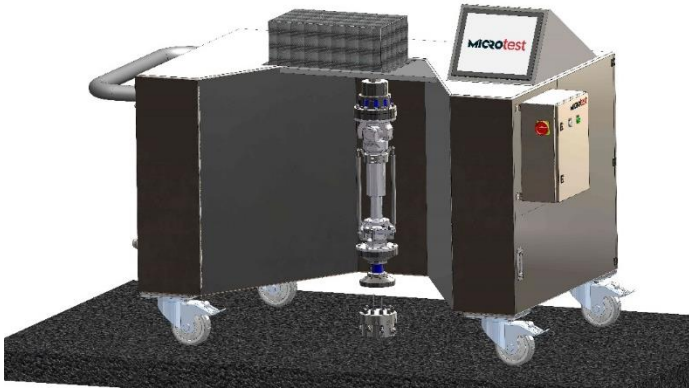


- ▶ **Séminaire d'échange (14/10/20) + enquête laboratoires Laboroute**
- ▶ **Débat riche en échange:**
 - Souhait d'une technique très simple et rapide pour le contrôle des chantiers ou les expertises MAIS complexité des phénomènes
 - Norme Eu non satisfaisante et intérêt pour le dispositif développé MAIS nécessité de poursuivre les travaux
 - Différents moyens techniques et de recherche développés et complémentaires
- ▶ **Réel intérêt pour essai sur terrain moyennant coût , ergonomie et rapidité**



► Industrialisation du prototype

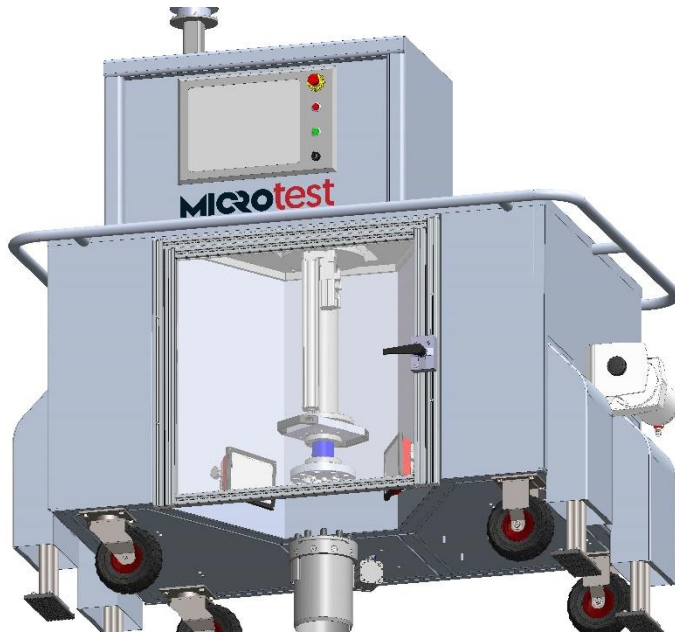
Nouvel outil « terrain » développé par DVDC



► Suivant un cahier des charges précis



► Nouvel outil « terrain » développé par DVDC



Consultation et Identification de prestataire concepteur
→ Première proposition PROVITEQ associé à MICROTEST....
Discussions, échanges, compromis !

Proposition d'un dispositif chiffré avec fournisseur identifié



- ▶ Expérimentations **prometteuses** avec un prototype → conception d'un outil en adéquation avec cahier des charges
- ▶ **Approche théorique complexe** entre fatigue des interfaces /essai monotone
- ▶ Programme de développement **à poursuivre...** dans DVDC...au-delà DVDC ?...
- ▶ Nécessité de **collecter des données chantier** (retour d'expérience)
- ▶ Positionnement par rapport à la **norme européenne** : affirmer la position française...
- ▶ Définition de **spécifications seuils** qualifiant le collage des couches **trop prématurée**



Synthèse Productions et valorisation

► Rapports

- Rapport DVDCR014-Th1 – Vers une caractérisation performantielle in situ des couches de surface (tranche 1)
- Rapport DVDCR017-Th1- Dispositif de collage des chaussées in situ (tranche 2)
- Rapport DVDCR030-Th1- Vers une caractérisation performantielle , in situ, des interfaces des couches de surface (tranche 3)

► Articles

- RGRA N°963 – Mai 2019
- RGRA N°977 – Nov/Déc 2020

► Séminaires

- FNTP 20 oct 2020 + diffusion supports
- DVDC LE 23 JANVIER 2020 « Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées » : Caractérisation performantielle des interfaces de chaussées in situ à l'aide d'un nouveau dispositif de mesure – A Dony/P Barrière/ L Brissaud

► Communication

- Eurobitume Madrid 2020 + Poster
- JTR 2022 (Atelier DVDC)



Philippe BARRIERE
CORE Center by COLAS
barriere@colas.com

Anne DONY
ESTP
adony@estp.fr

