

ENDUIT HYDRAULIQUE FIBRE: projet CLEAN

Thierry Sedran (Ifsttar/MAST/MIT)

François de Larrard (Lafarge LCR, Ifsttar pendant le projet)

Clôture de l'opération ECOSURF

Ifsttar (centre de Nantes) – Lundi 2 juin 2014



IFSTTAR



Cerema

- Chaussées
 - assise (durée de vie : 20-30 ans +)
 - couche de roulement (7-15 ans)
- Réfection des couches de roulement →
 - coût
 - gêne à l'utilisateur/aux riverains
- La couche de roulement est proche des échappements des véhicules, source de pollution citadine



Développer une nouvelle couche de roulement pour répondre aux enjeux suivants:

- Economiques:
 - coût *total* des couches de roulement ↓ de 10 à 40 %
 - ↓ consommation de matériaux non-renouvelables
- Sociaux:
 - réduction de la gêne (nombre de chantiers/3)
 - réduction de l'accidentologie (adhérence)
- Environnement/santé:
 - solution dépolluante
 - utilisation de TiO_2 pour ↓ de 20 à 50 % les pics de NO_2



Le projet CLEAN

(Chaussée à Longévité Environnementale et Nettoyante)



- Partenaires

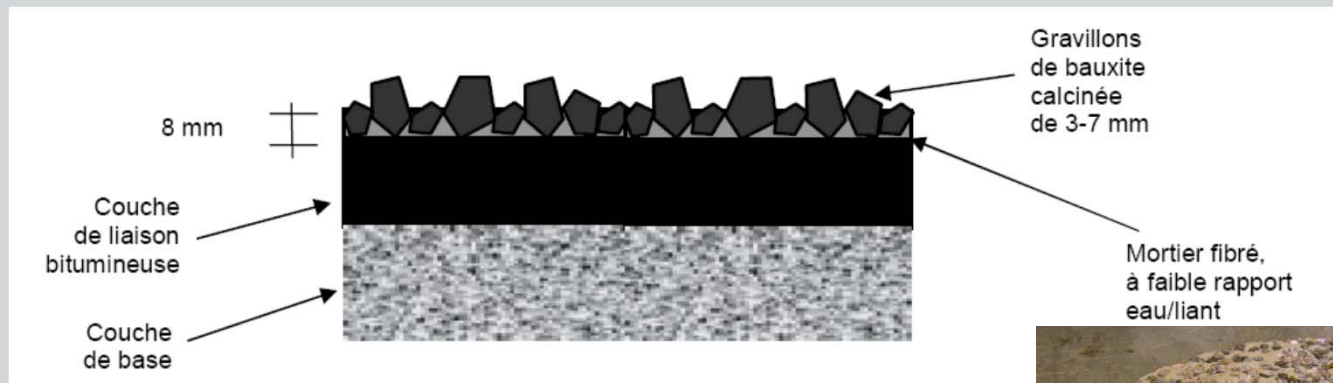
<i>N°</i>	<i>Nom</i>	<i>Catégorie</i>
1	IFSTTAR (ex LCPC)	Laboratoire
2	Cete Idf (ex LROP)	Laboratoire
3	CG 44	Maître d'ouvrage
4	CG 72	Maître d'ouvrage
5	Ciments Calcia	Industriel des matériaux
6	SIKA France	Industriel des matériaux
7	SAE	Industriel des matériels de BTP
8	Prosper	Entreprise de BTP

- De janvier 2008 à juin 2012
- Budget total : 2 000 k€ dont 800 k€ d'aide
- Labellisation par le pôle de compétitivité PGCO devenu PGCE puis Novabuild en 2012

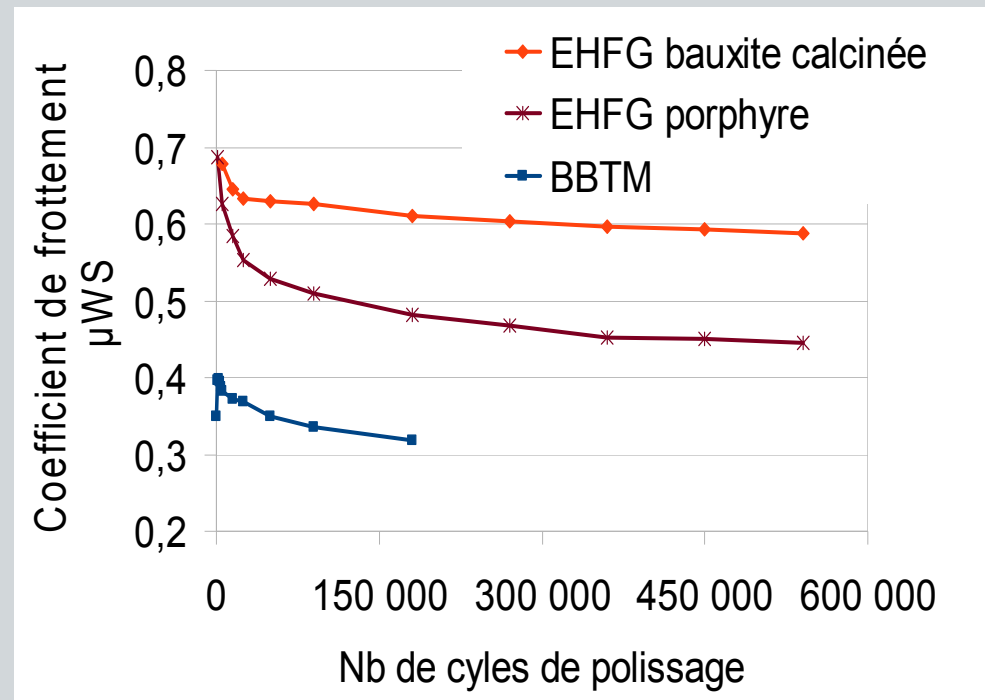


Positionnement du projet

- Projet international LLP (Long-Life Pavement) OCDE/CEMT
 - phase I (2002-2004): intérêt économique (triplement du coût acceptable)
 - phase II (2005-2008): définition du concept d'enduit hydraulique fibré gravillonné



Adhérence de l'EHFG



Objectifs du projet

- Optimiser et enrichir le concept
- Pré-industrialiser le procédé (mise en œuvre)
- Evaluer le procédé (au sens du développement durable)

- Adossé au Projet international LLPS-Long-Life Pavement Surface (2009-2012, OCDE/FIT)



Défis scientifiques et technologiques

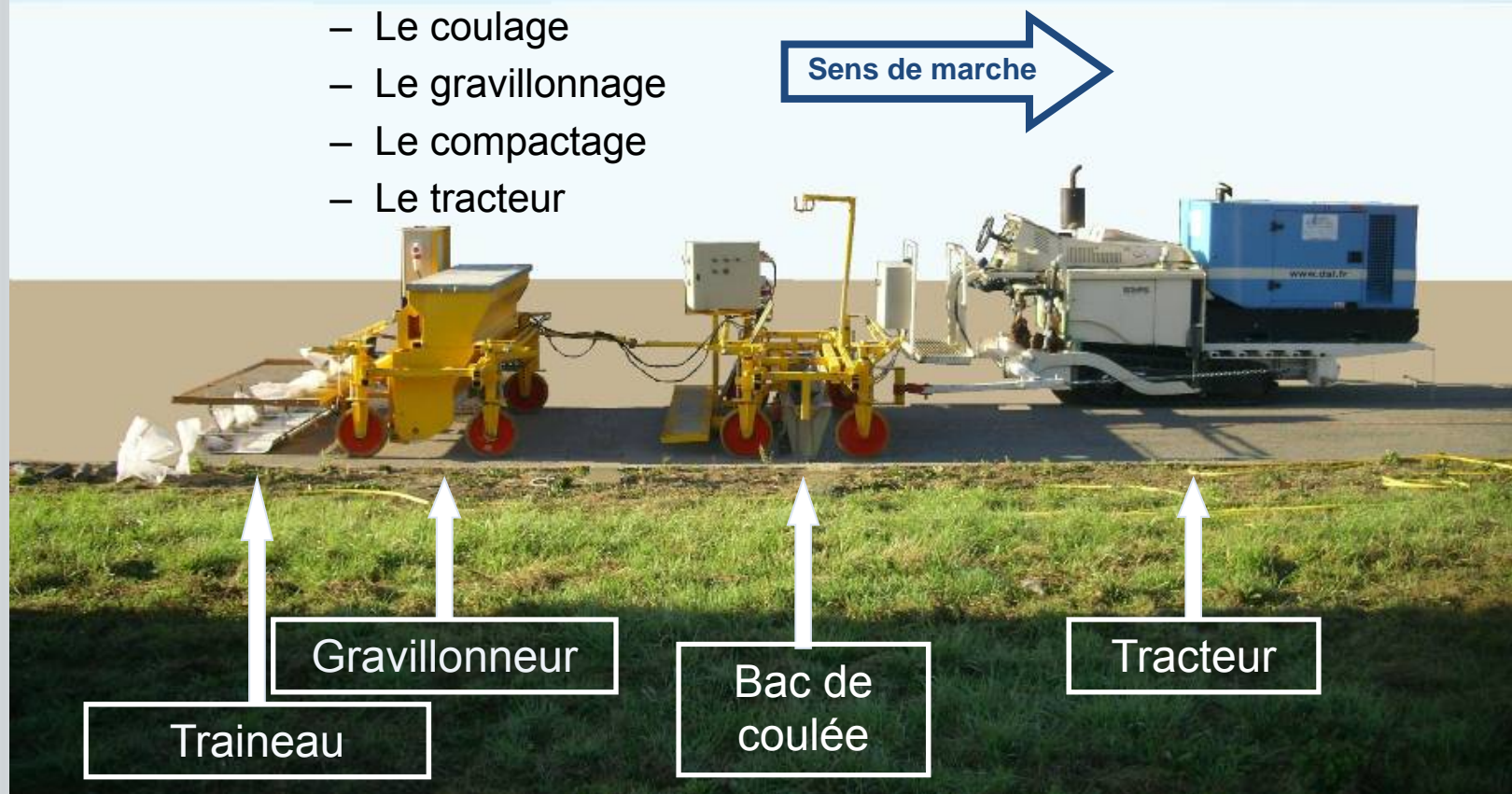
- Optimiser la formulation du matériau
 - pour contrôler sa fissuration et assurer sa durabilité
 - pour l'adapter au procédé de mise en œuvre (ouvrabilité)
 - pour minimiser ses coûts
- Optimiser la texture du matériau pour assurer un bon niveau d'adhérence tout en minimisant le bruit
- Développer les outils de mise en œuvre à l'échelle pré-industrielle pour une épaisseur visée de l'ordre du cm!



Matériels de mise en œuvre développés

- Les ateliers :

- Le coulage
- Le gravillonnage
- Le compactage
- Le tracteur

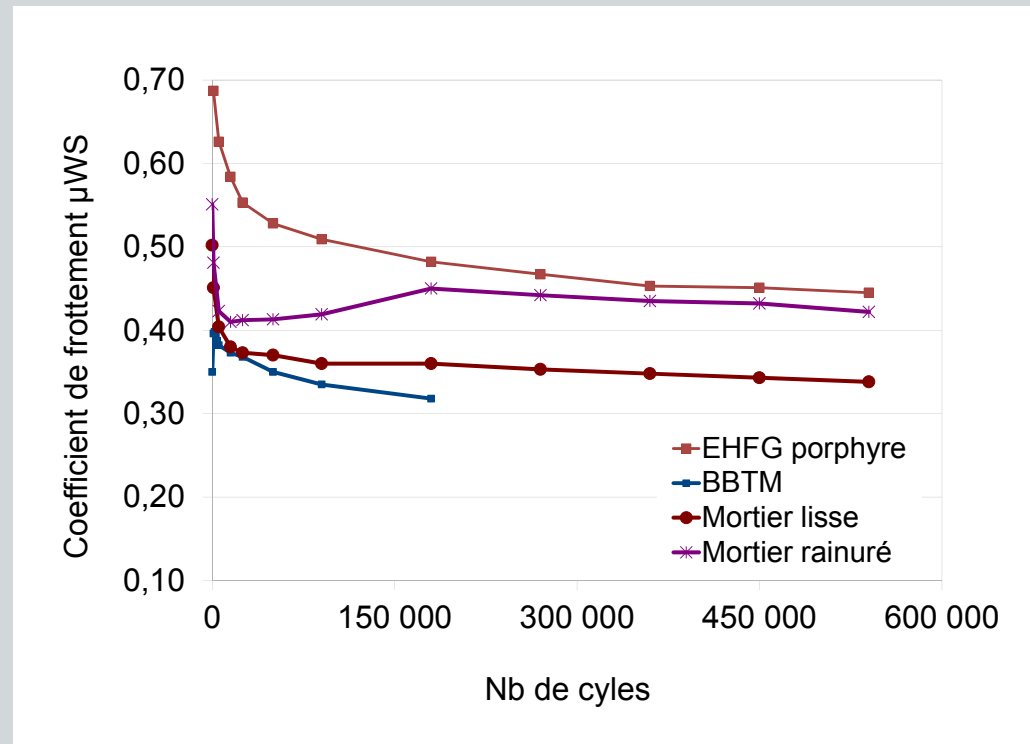


l'Enduit Hydraulique Fibré Rainuré

- Une solution alternative:
 - Rainurage longitudinal à la scie diamantée → pas de gravillonnage
 - Technique couramment utilisée aux USA
 - Faible risque d'aquaplanage (calculs théoriques)
 - Rainurage : entraxe 10 mm, largeur de 4,5 mm, profondeur 3 mm
 - Pas de risque de guidonnage



Adhérence du mortier rainuré



2 chantiers expérimentaux

- Rond-point du RD 142 à Bretteles-Pins (CG 72) en avril 2010 → enseignements sur les risques de fissuration, et le compactage des gravillons



- RD117 à St Philbert (CG 44): 75 m d'EHFG + 75 m d'EHFR , 2x2 voies à 110 km/h en mai 2011 → mesure de bruit et d'adhérence, test de la solution au TiO₂

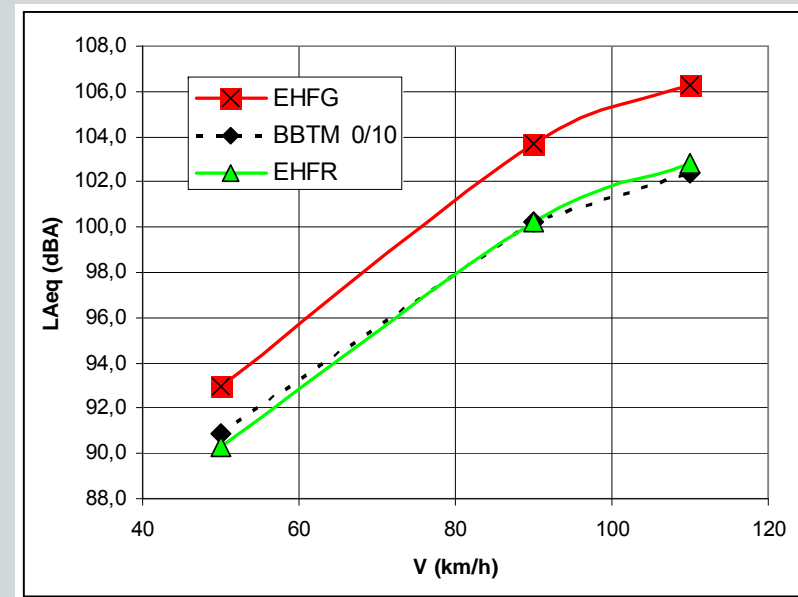


- Bruit:

- même niveau entre l'EHFR et un BBTM 0/10
- EHFG plus bruyant

- Adhérence :

- objectif CFT > 0,5
- EHFR : CFT moyen de 0,57 mais dispersion (problème de mise en œuvre)
- EHFG : CFT moyen de 0,77



- Maitrise imparfaite de la mise en œuvre:
 - Epaisseur variable et uni médiocre
 - Répartition irrégulière des fibres
- ➔ fissuration



Résultats sur l'option dépolluante

- Contexte:
 - TiO_2 dégrade les NO_x par photocatalyse
 - Ajouté aux ciments
 - Intérêt a priori de l'EHF: faible épaisseur → surcoût limité
- En laboratoire:
 - remise en question de la représentativité des conditions d'essai de la norme XP-B44-011 sur le taux d'abattement des Nox : mise en évidence de l'influence du rapport NO/NO_2
 - Efficacité réduite par les gravillons, améliorée par les rainurages
- Sur chantier:
 - Efficacité peu durable compte tenu de l'encrassement en l'absence de nettoyage régulier



Résultats : Bilan au sens du DD

- Analyse de l'EHFR basée sur les chantiers et sur des extrapolations en conditions « matures » avec une durabilité de 30 ans

Famille de critères	Critères	Solution EHFR vs. Solutions actuelles bitumineuses
Environnement	Empreinte CO ₂	≈
	Energie	>
	Consommation de ressources non-renouvelables	>
Economie	Coût total sur 30 ans (sans amortissement)	≥
	Coût total sur 30 ans (avec amortissement)	≤
Social	Gêne à l'utilisateur	>
	Bruit de roulement	≈
	Sécurité (adhérence)	≥



Conclusions et perspectives

- Un partenariat efficace qui a permis de faire des allers-retours entre le laboratoire et les chantiers expérimentaux.
- La solution avec option dépolluante a une efficacité peu durable sans nettoyage régulier
- L'EHFR est un concept prometteur:
 - Pas de gravillons à répandre
 - Bruit ⇔ à un BBTM
 - Adhérence satisfaisante et a priori durable (essais W&S)
 - Bon bilan au sens du développement durable
- Effort de recherche partenariale à poursuivre pour aboutir à une technique mature



Conclusions et perspectives

- Des problèmes de mise en œuvre restent à régler:
 - Amélioration de l'uni et gestion de l'épaisseur
 - Maîtrise de la fissuration pour assurer réellement une durabilité de 30 ans
- Des pistes d'améliorations sont proposées:
 - Coulage en pleine largeur
 - Gestion des joints de fin de coulage
 - Epaisseur plus importante
 - Maîtrise de la cure
 - Utilisation d'adjuvants anti retrait
 - Prise déclenchée



Pour en savoir plus...

- Un site internet: <http://clean.ifsttar.fr/> avec l'ensemble des 20 livrables à disposition



CLEAN 2009-2012
Chaussées à Longévité Environnementale Adhérente et Nettoyante

Accueil
Résumé du projet
Conclusions
Rapport final et livrables
Contact

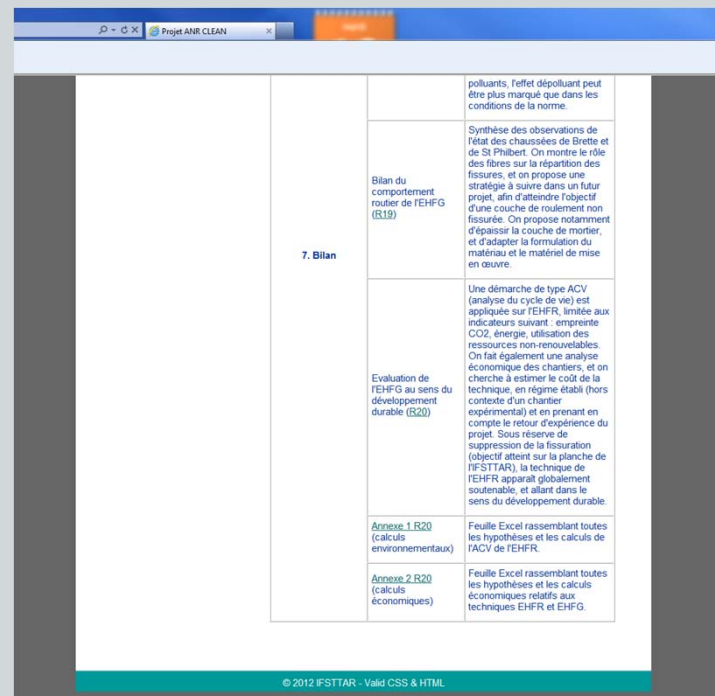
ANR - Programme Ville Durable 2008

Partenaires : IFSTTAR - CETE Ile de France - Conseil Général de la Sarthe - Conseil Général de Loire-Atlantique - Ciments Calcia - Sika France - SAF (Groupe Fayat) - ProSpec

Le projet a consisté à développer un système constructif de couche de roulement routière à longue durée de vie.
Ce site met à disposition du public l'ensemble des résultats.



© 2012 IFSTTAR - Valid CSS & HTML



7. Bilan		polluants, l'effet dépolluant peut être plus marqué que dans les conditions de la norme.
	Bilan du comportement routier de l'EHPG (R19)	Synthèse des observations de l'état des chaussées de Brette et de St Philbert. On montre le rôle des fibres sur la répartition des fissures, et on propose une stratégie à suivre dans un futur projet, afin d'atteindre l'objectif d'une couche de roulement non fissurée. On propose notamment d'épaissir la couche de mortier, et d'adapter la formulation du matériau et le matériel de mise en œuvre.
	Evaluation de l'EHPG au sens du développement durable (R20)	Une démarche de type ACV (analyse du cycle de vie) est appliquée sur l'EHPFR, limitée aux indicateurs suivant : empreinte CO2, énergie, utilisation des ressources non-renouvelables. On fait également une analyse économique des chantiers, et on cherche à estimer le coût de la technique, en régime établi (hors contexte d'un chantier expérimental) et en prenant en compte le retour d'expérience du projet. Sous réserve de suppression de la fissuration (objectif atteint sur la planche de l'IFSTTAR), la technique de l'EHPFR apparaît globalement soutenable, et allant dans le sens du développement durable.
	Annexe 1 R20 (calculs environnementaux)	Feuille Excel rassemblant toutes les hypothèses et les calculs de l'ACV de l'EHPFR.
	Annexe 2 R20 (calculs économiques)	Feuille Excel rassemblant toutes les hypothèses et les calculs économiques relatifs aux techniques EHPFR et EHPG.

© 2012 IFSTTAR - Valid CSS & HTML



Pour en savoir plus...



« L'enduit hydraulique fibre rainuré : un matériau prometteur pour des couches de roulement a longue durée de vie », RGRA n° pp , 2011

Merci de votre attention

