

Prise en compte des géogrilles pour le dimensionnement des chaussées neuves et des entretiens

Cet exposé est un complément de celui de M. Dauzats
de Juin 2018



Grilles de verre + enrobés pour la réhabilitation des chaussées

Objectif: améliorer la résistance en fatigue des
des enrobés et réduire les épaisseurs de
renforcement

Petite revue internet sur l'emploi des grilles de verre dans les chaussées

<https://geoace.com> › Home › Produits › Geo-grilles ▼

ACEGrid® GA - Géo-grilles - ACE Geosynthetics

<https://6dsolutions.com> ▼

6D Solutions | Renforcer pour durer

<https://eu.adfors.com> › renfort-denrobés-bitumineux › r...

Routes et autoroutes | ADFORS

<https://schoellkopf.ch> › cms › upload › imgfile2098 ▼ PDF

Segment Brochure_Aspphalt Reinforcement_FR

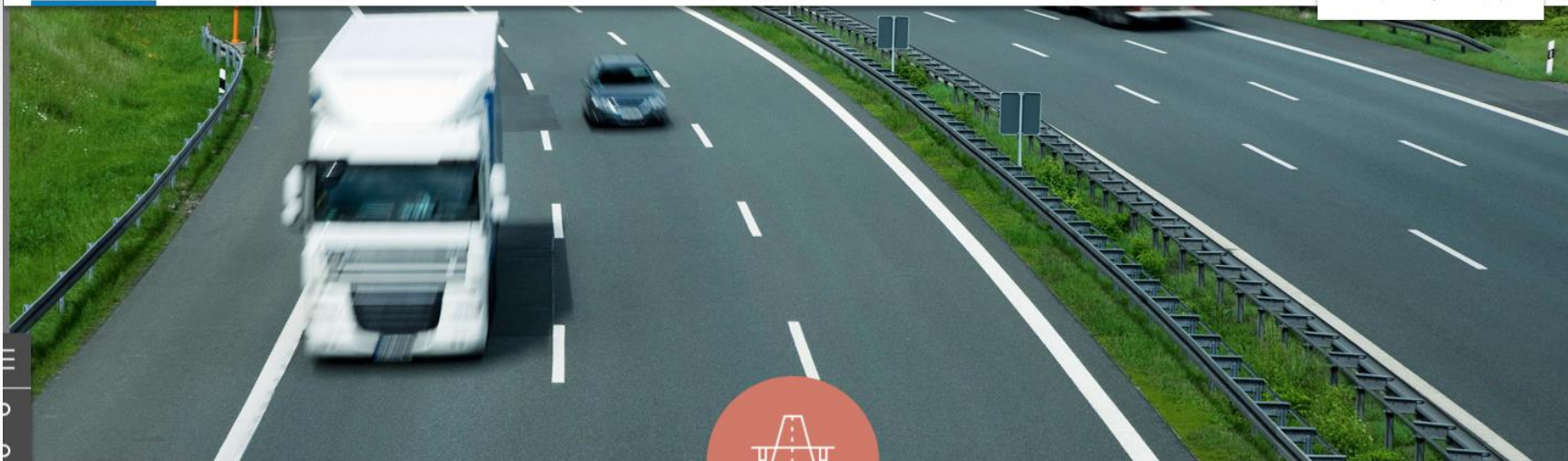
<https://colas.com> › files › noticetechniquecolgrillr_bd_0 ▼

Colgrill R - Colas

<https://bekaert.com> › Road-reinforcement › General › R... ▼ PDF

Solutions durables pour la rénovation des routes - Bekaert.c...

Cette revue conduit
principalement à la description
de produits



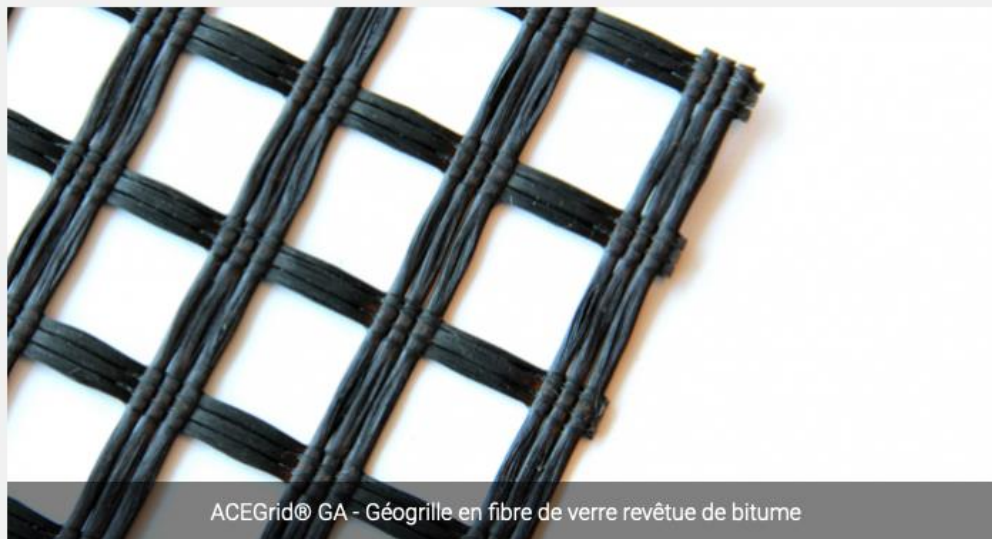
Renforcement de chaussées

Grilles d'armatures pour le renforcement de chaussées bitumeuses

Les armatures de chaussées S&P CARBOPHALT® G et S&P GLASPHALT®
G luttent contre la fissuration et renforcent les chaussées bitumeuses.

ACEGrid® GA

Géo-grilles



ACEGrid® GA - Géogridde en fibre de verre revêtue de bitume



A propos

Géogridles en fibre de verre revêtues de bitume pour le renforcement de l'asphalte routier

Renforcer pour durer

NOS RÉALISATIONS »



Chaussées souples



Chaussée rigide, semi-rigide



Elargissement



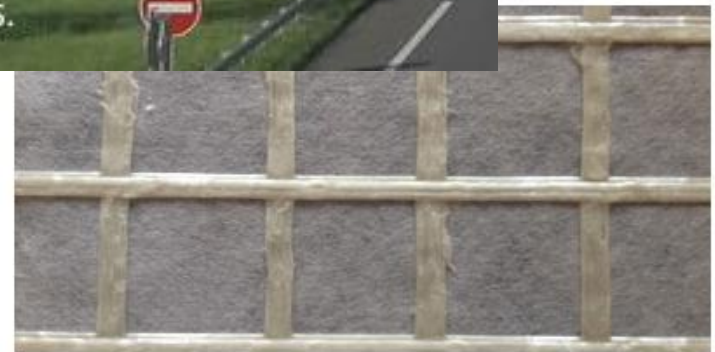
Renforcer pour durer

6D SOLUTIONS

6D Solutions conçoit, développe et commercialise des matériaux de renforcement de bétons bitumeux: Grilles en fibre de verres pour retarder l'apparition des fissures et diminuer les épaisseurs d'enrobés.



Cidex®



Rotaflex®



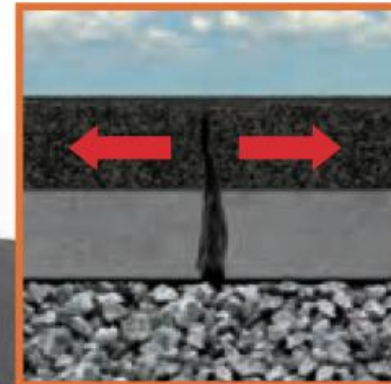
Chaussées sans fissures

Géosynthétiques pour les routes et chaussées



Causes de remontée des fissures

- Structure de la chaussée existante,
- Élargissements de la chaussée,
- Joints de reprise,
- Présence de tranchées/canalisation,
- Joints de dilatation dans le cas des chaussées en béton.





ques indiquées.

NOTICE TECHNIQUE

Colgrill R[®]

L'enrobé armé



La route avance

La grille de verre thermocollée qui compose Colgrill R[®] augmente considérablement la durée de vie de l'enrobé qui lui est associé et limite sa sensibilité aux déformations verticales permanentes. La meilleure répartition des contraintes et des efforts de traction à la base de la couche d'enrobé permet de réduire l'épaisseur bitumineuse de la chaussée.

Les différents producteurs ou utilisateurs des géogrilles en fibre de verre donnent :

- des qualificatifs :
 - renforcent la couche d'enrobé placée au-dessus
 - retarde l'apparition des fissures
- des exemples de chantiers

très peu de renseignement sur leur prise en compte dans le dimensionnement des structures

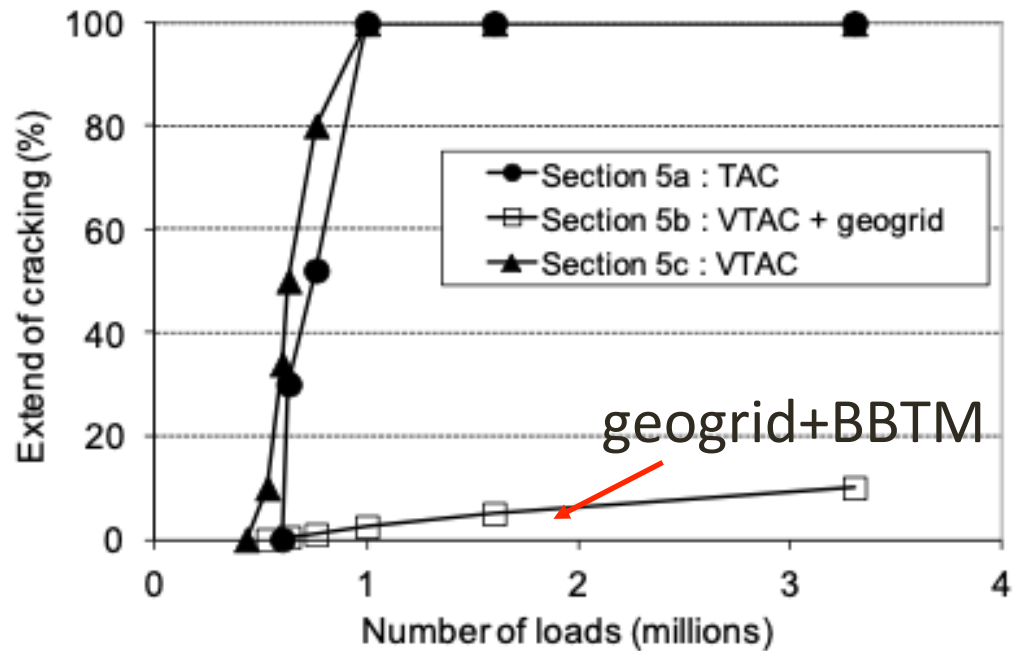
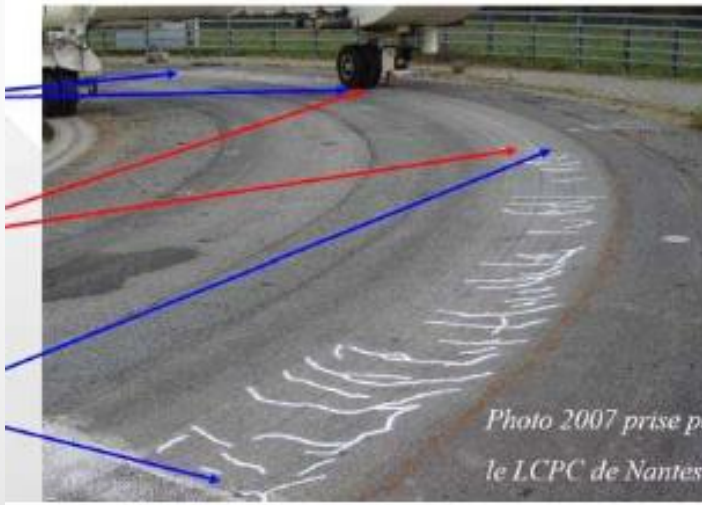
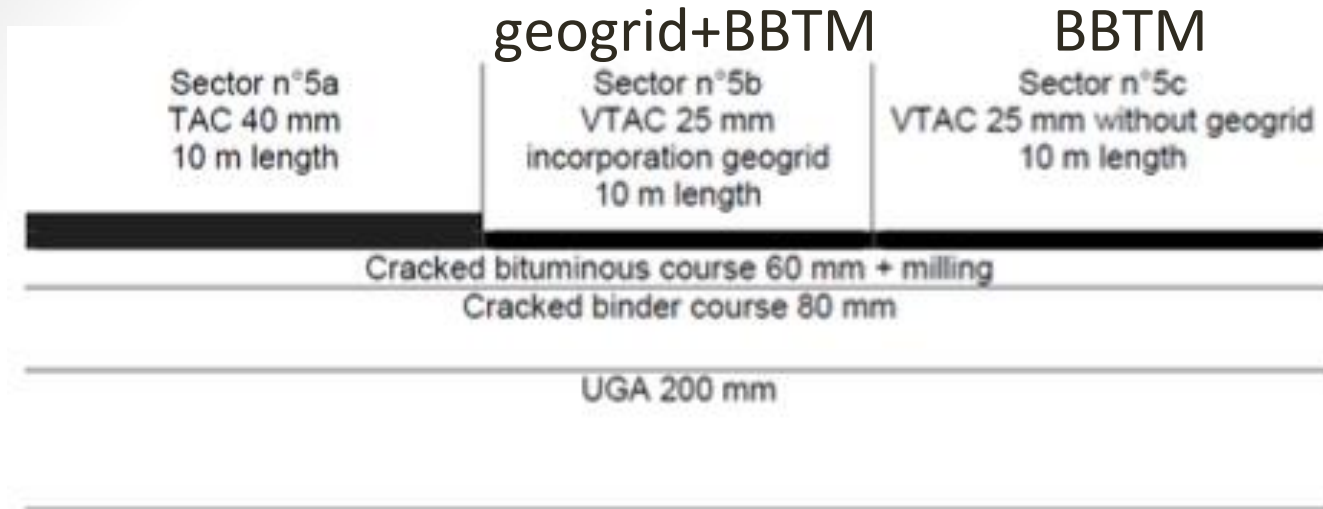
Cette revue conduit aussi à des
publications de recherche sur
ces géogrilles

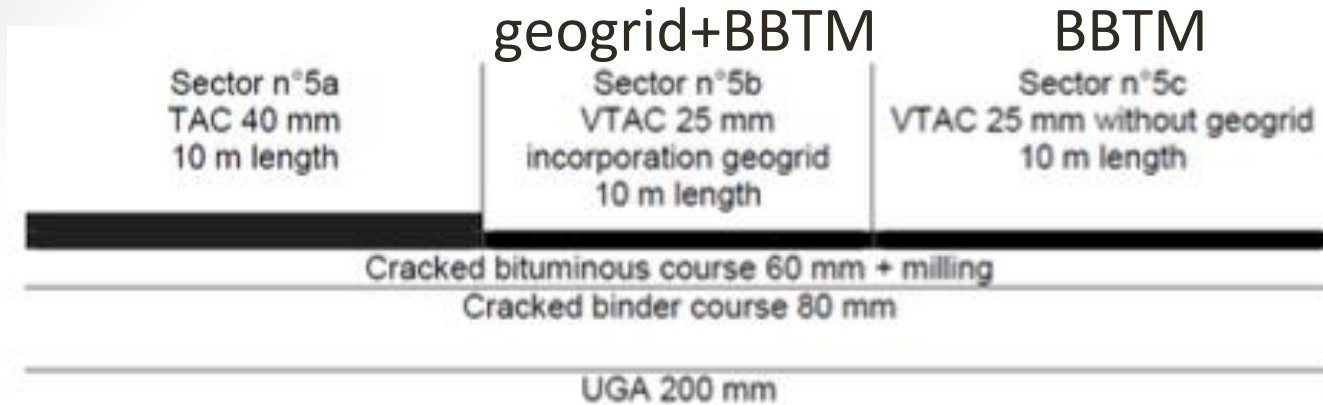
Review of glass fiber grid use for pavement reinforcement and APT experiments at IFSTTAR

Mai Lan Nguyen* □ **Juliette Blanc*** □ **Jean Pierre Kerzrého*** □
Pierre Hornych*

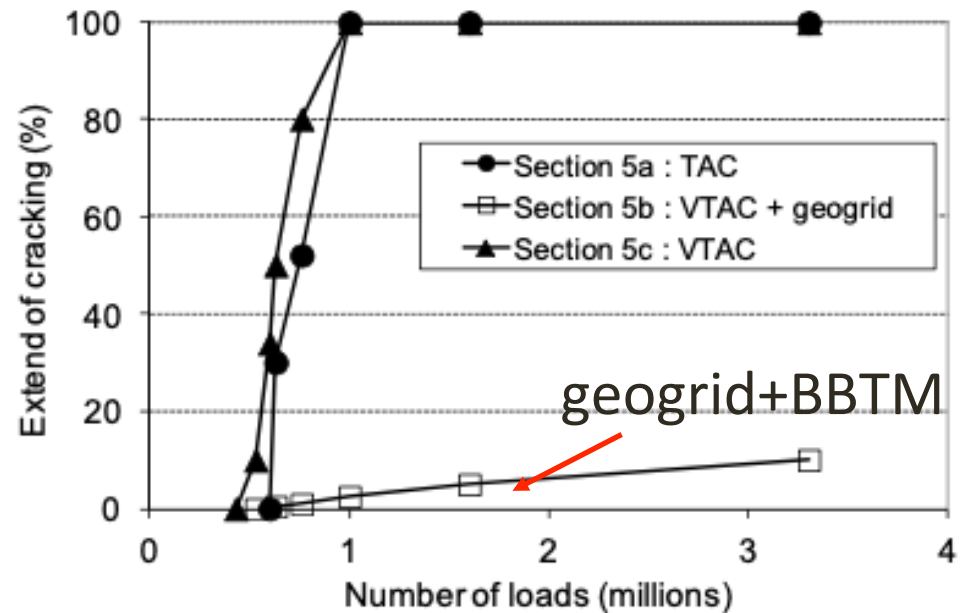
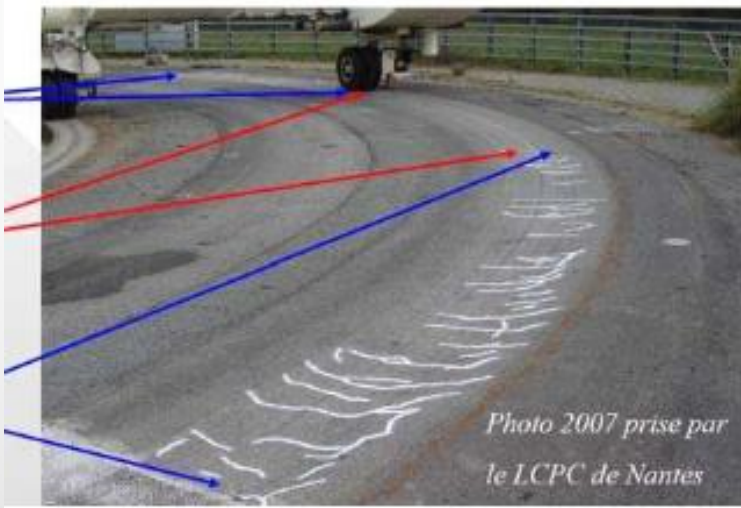
** LUNAM Université, IFSTTAR
Infrastructures and Mobility Department
Route de Bouaye CS4
44344 BOUGUENAIS Cedex, FRANCE*







Fort pouvoir retardateur de la géogrid sur l'apparition des fissures



THÈSE présentée par : **Ioana Maria ARSENIE**

soutenue le : **29 novembre 2013**

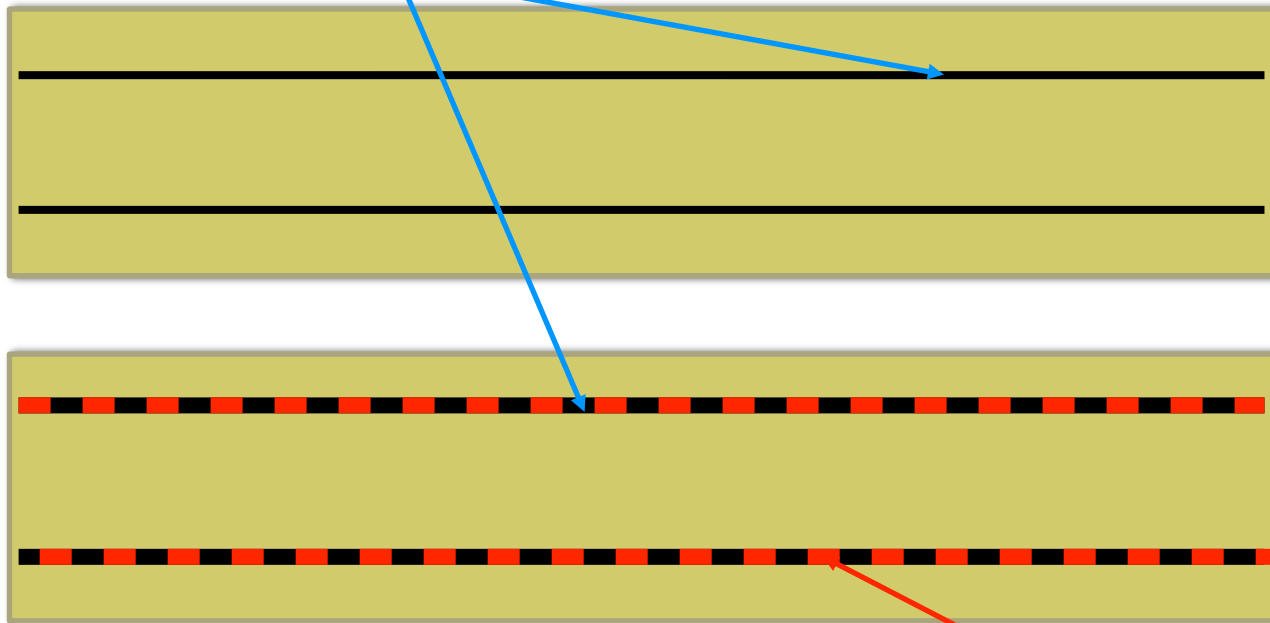
pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Génie Civil, Mécanique des matériaux

**ÉTUDE ET MODÉLISATION DES
RENFORCEMENTS DE CHAUSSEES À
L'AIDE DE GRILLES EN FIBRE DE VERRE
SOUS SOLLICITATIONS DE FATIGUE**

Etude de fatigue 4PB sur des poutres en BBSG avec et sans renforcement par géo grilles

Couche d'accrochage émulsion de bitume



Grilles de verre

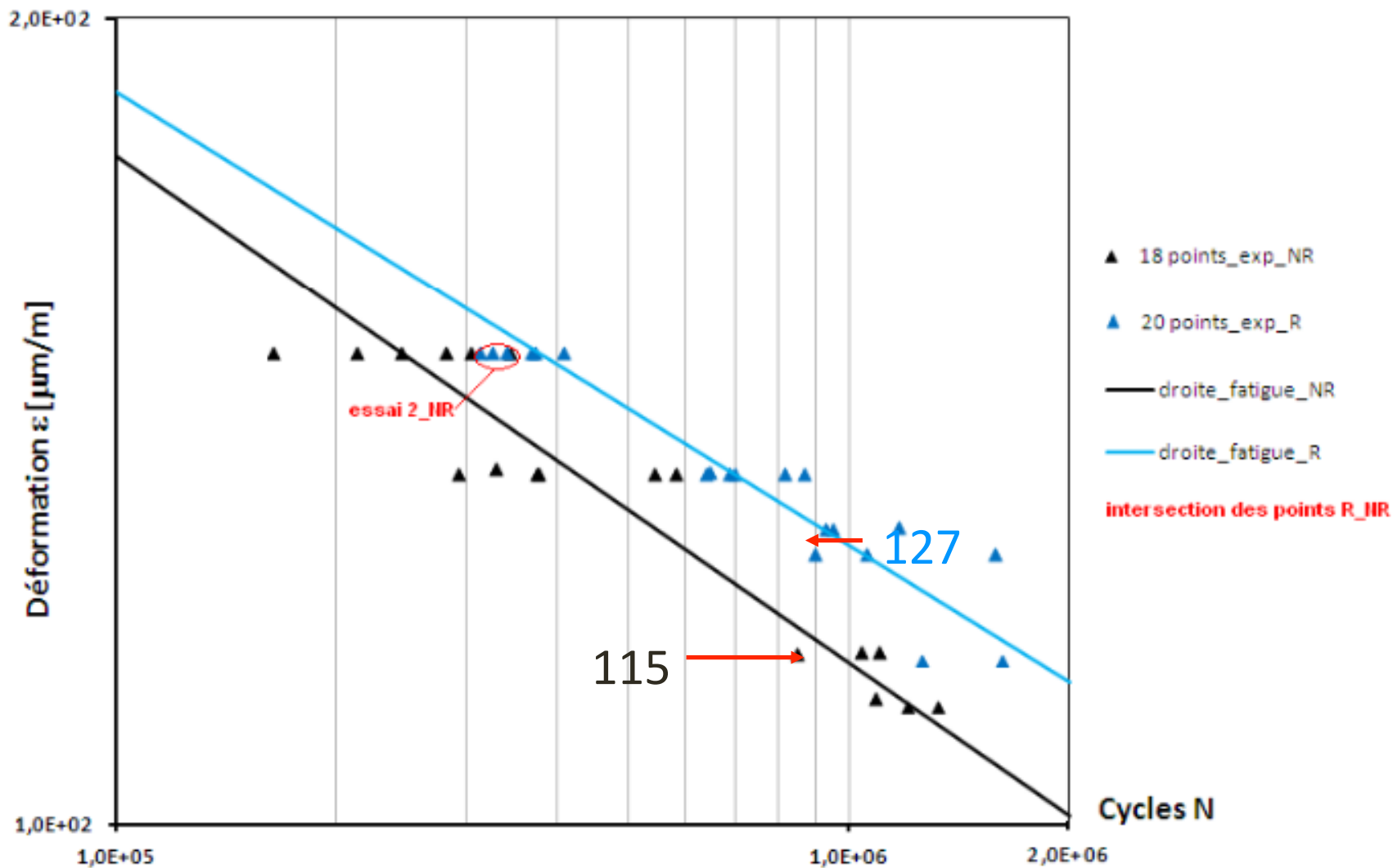


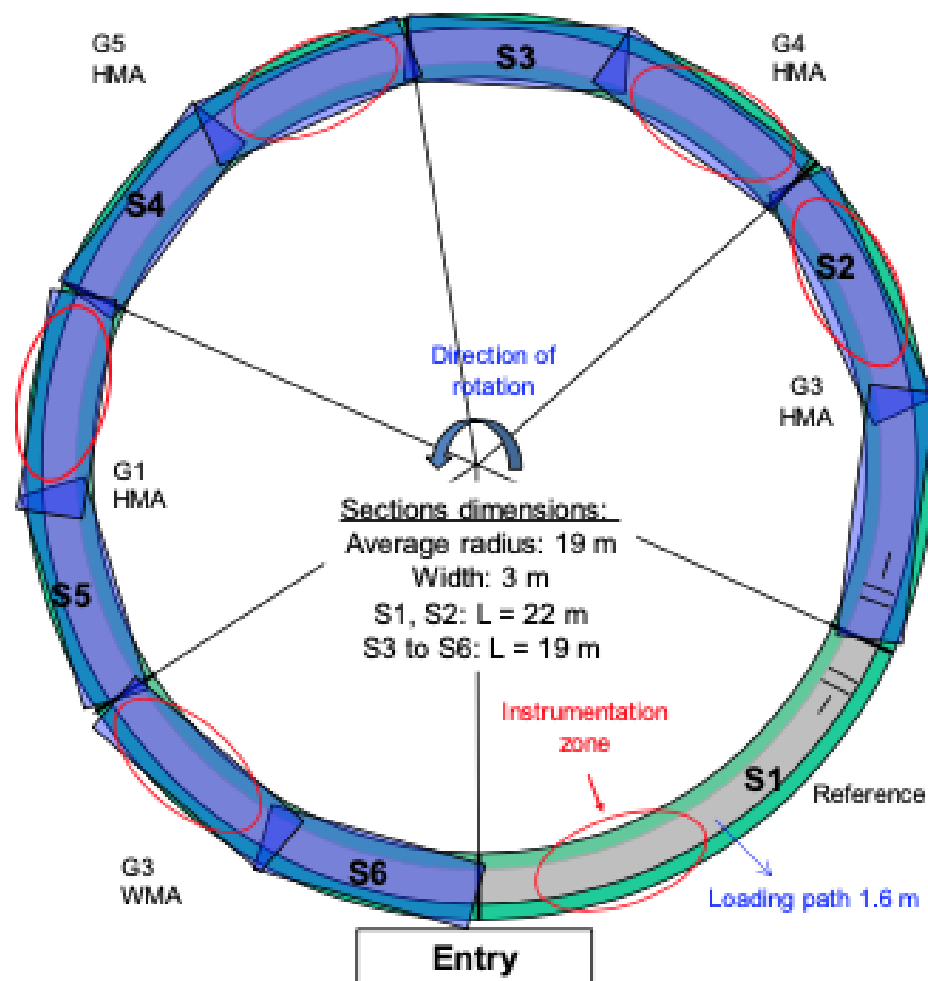
Figure 4.20 Les droites de fatigue NR et R et l'intersection des points expérimentaux NR et R

Design of reinforced pavements with glass fiber grids: from laboratory evaluation of the fatigue life to accelerated full-scale test

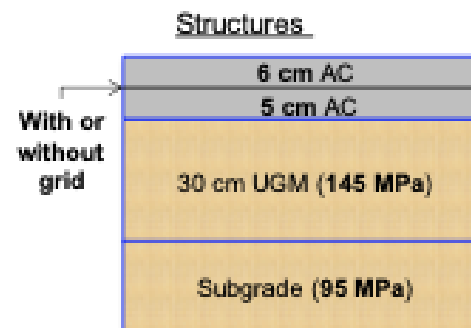
Mai Lan Nguyen¹, Cyrille Chazallon², Mehdi Sahli^{2,3}, Georg Koval², Pierre Hornych¹, Daniel Doligez⁴, Armelle Chabot¹, Yves Le Gal⁵, Laurent Brissaud⁵, Eric Godard⁵.

- (1) IFSTTAR, Bouguenais, France
- (2) ICUBE, UMR 7357, CNRS, INSA Strasbourg, Université de Strasbourg, France
- (3) Epsilon, France
- (4) 6D Solutions, France
- (5) COLAS SA, France

Design of reinforced pavements with glass fiber grids: from laboratory evaluation of the fatigue life to accelerated full-scale test



Sections		Theoretical AC thickness
S1	HMA Reference	6 + 5 cm
S2	HMA + grid G3	6 + 5 cm
S3	HMA + grid G4	6 + 5 cm
S4	HMA + grid G5	6 + 5 cm
S5	HMA + grid G1	6 + 5 cm
S6	WMA + grid G3	6 + 5 cm



Tack coat:

Reference:

350 g/m² residual binder

Reinforced:

700 g/m² residual binder

Fig. 4 Plan of six pavement sections tested in the SolDuGri project.

Design of reinforced pavements with glass fiber grids: from laboratory evaluation of the fatigue life to accelerated full-scale test

Mai Lan Nguyen¹, Cyrille Chazallon², Mehdi Sahli^{2,3}, Georg Koval², Pierre Horny¹, Daniel Doligez⁴, Armelle Chabot¹, Yves Le Gal⁵, Laurent Brissaud⁵, Eric Godard⁵.

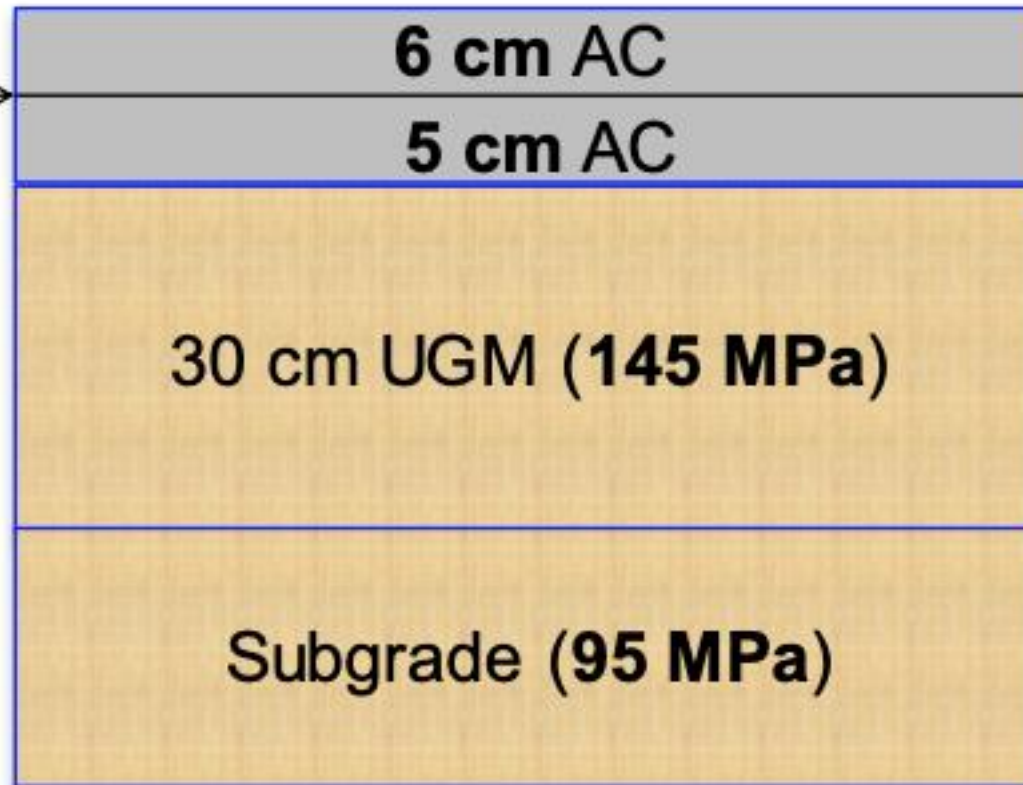
(1) IFSTTAR, Bouguenais, France

(2) ICUBE, UMR 7357, CNRS, INSA Strasbourg, Université de Strasbourg, France

(3) Epsilon, France

Structures

**With or
without
grid**



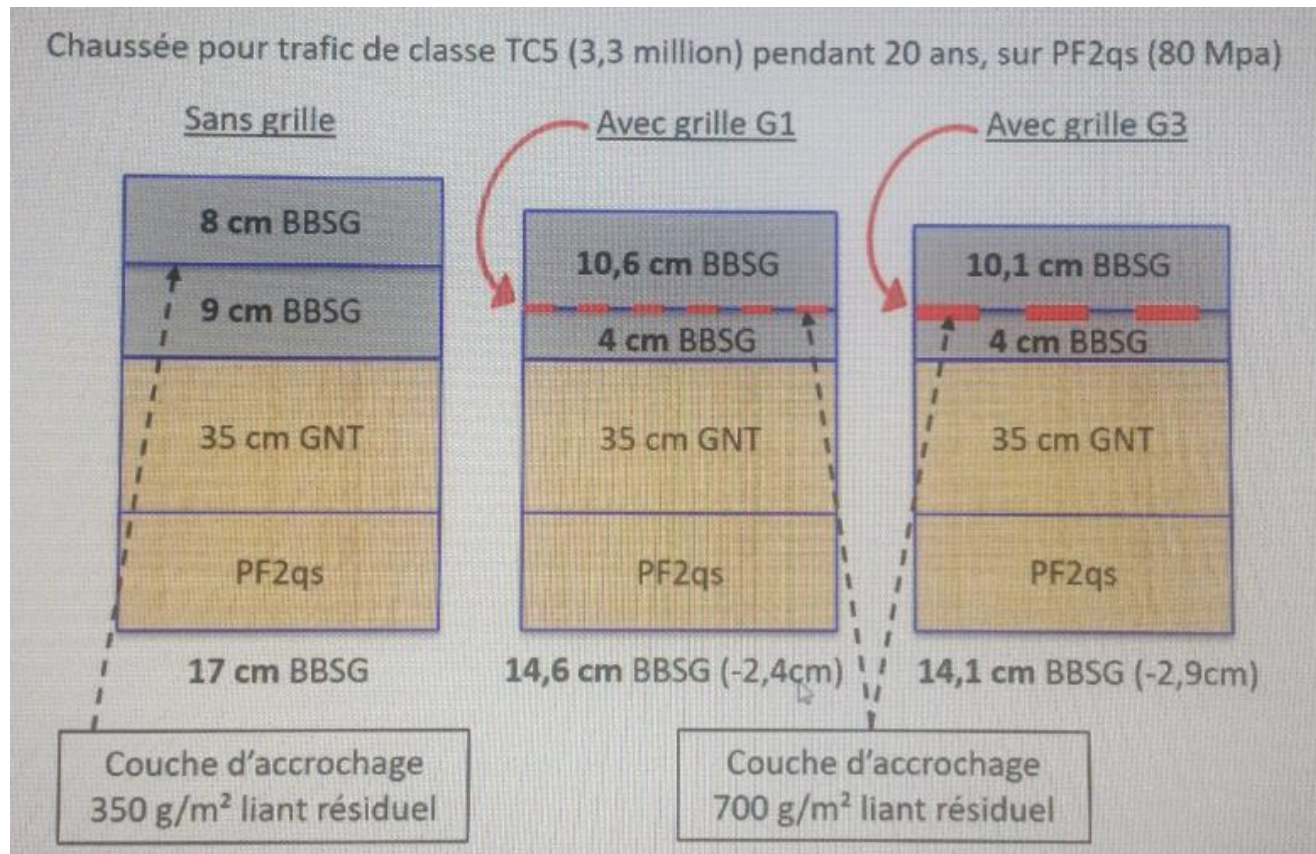
L'expérience a pu être exploitée suivant la méthode Française de dimensionnement des chaussées bitumineuses

$$\varepsilon_{t,max} \leq \varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6^* \left(\frac{NE}{10^6} \right)^b k_\theta k_r k_c k_s$$

$$\varepsilon_6^* = \varepsilon_6 \cdot k_{Re}$$

En introduisant un coef. k_{Re} , de renforcement de l'enrobé apporté par la grille, obtenu à partir des essais de fatigue et de l'emplacement de la grille dans le complexe

En retenant les résultats obtenus, des propositions de structures ont été présentées lors de la journée de restitution du projet SolDuGri



Les grilles apportent un gain d'épaisseur d'enrobés de 14 % et 17 %

POUR UNE SOLUTION DURABLE DU RENFORCEMENT DES INFRASTRUCTURES PAR GRILLES EN FIBRE DE VERRE

FOR SUSTAINABLE REINFORCEMENTS OF INFRASTRUCTURES WITH GLASS FIBER GRIDS

Cyrille CHAZALLON¹, Eric GODARD², Daniel DOLIGEZ³, Maissa GHARBI⁴, Pierre HORNYCH⁴,
Armelle CHABOT⁴, Mai-Lan NGUYEN⁴, Hervé PELLETIER¹

1 INSA Strasbourg, France

2 Colas S.A., Magny les Hameaux, France

3 6D Solutions, Sainte Foy les Lyon, France

4 IFSTTAR, Bouguenais, France





DS0602 - Du bâtiment au cadre de vie bâti durable

Pour une solution durable du renforcement des infrastructures par grilles en fibre de verre – SolDuGri

Journée de restitution du projet ANR SolDuGri, du
26/11/2020

Au niveau environnemental les
grilles de verre apportent un gain
d'environ 10 %

Proposition de dimensionnement des entretiens avec le procédé Colgrill R

Colgrill R® L'enrobé armé

PROPRIÉTÉS

- Les performances de Colgrill R® permettent de réduire les épaisseurs de l'enrobé d'une chaussée.
- Cette réduction doit être calculée à l'aide d'un calcul de dimensionnement réalisé par le Service Technique de Colas.
- Colgrill R® permet d'optimiser la structure de la chaussée et ainsi de réduire les coûts de l'entretien et d'économiser des ressources de matériaux, de main d'œuvre, de transport.
- Colgrill R® est recyclable en fin de vie par broyage.

CONSTITUANTS

LA COUCHE D'ACCROCHAGE

- Elle doit être suffisamment drôle pour assurer le plaquage et le collage de la grille sur le support en tout point du chantier.
- Si le profil du support, un calibrage peut parfois ce collage en quelques passes.
- Il est impératif que la table et les rainures du finisseur ne passent pas au-dessus de la grille mais la mise en œuvre de l'enrobé doit être soignée.
- Des petits allongés montés sur les roues du finisseur évitent ce risque.

LA GRILLE

- La grille de verre est fabriquée industriellement par un fournisseur agréé par Colas.
- Cette grille possède un module très élevé (pression 40 000 MPa) et une capacité d'allongement comprise entre 2 et 3 %, améliorant ainsi les performances en fatigue de l'enrobé qui lui est associé.
- La grille est posée manuellement ou mécaniquement à l'aide d'un dérouleur, selon la surface du chantier à traiter.
- On veillera à ne pas créer de pli ou de surplis (accrochage et fixation au support).
- Elle doit être couverte ponctuellement selon le tracé ou les obstacles rencontrés (piédroit, virage, etc., voir le schéma).
- Le recouvrement des vis est limité à une ou deux mailles dans le sens longitudinal.

LES GRANULATS

- Il doit répondre aux spécifications des normes en vigueur, en tenant compte de l'agressivité du trafic et de l'environnement du chantier (NF P 9-343, NF EN 12620).

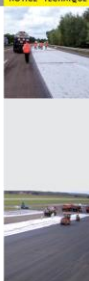
L'ENROBÉ Formulation, fabrication et mise en œuvre

- La mise en œuvre de l'enrobé est réalisée par des moyens traditionnels (mélangeur, en respectant leur spécificité (battre, épaisseur, situation dans le corps de la chaussée)).
- L'enrobé peut être fabriqué dans tout type de centrale. La formulation et les températures d'élaboration sont données par le Service Technique de Colas.
- Un repérage pourra être envisagé, si les variations atmosphériques sont trop importantes.



7, place René Car - 9353 Boulogne-Billancourt Cedex
Tel. : 01 47 59 59 59 - Fax : 01 47 59 71 71
www.produitscolas.com

NOTICE TECHNIQUE



Colgrill R® L'enrobé armé

La grille de verre thermocollée qui compose Colgrill R® augmente considérablement la durée de vie de l'enrobé qui lui est associé et limite sa sensibilité aux déformations verticales permanentes.

La meilleure répartition de la charge est obtenue à la base de la couche d'enrobé bitumineux de la chaussée.

Colgrill R® L'enrobé armé



NOTICE TECHNIQUE

PRÉSENTATION

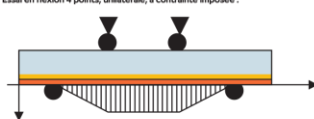
- Colgrill R® se compose :
 - d'une couche d'accrochage qui assure le collage de la grille au support. Elle peut être en bitume pur ou modifié, selon l'état du support et les contraintes du site ;
 - d'une grille de fibres de verre thermocollées, fabriquée industriellement ;
 - d'un enrobé bitumineux de formulation adaptée à sa position dans le corps de chaussée et aux contraintes rencontrées sur le site (trafic, conditions climatiques, ...). L'enrobé peut être une grave bitume, un béton bitumineux ou un enrobé à module élevé.
- Le lant de l'enrobé peut être un bitume pur ou modifié par des élastomères, de pénétrabilité pouvant aller jusqu'à celle d'un bitume dur dans le cas d'enrobés à modules élevés.

DOMAINES D'EMPLOI

- Colgrill R® s'applique pour tous les types de chaussées et tous les trafics :
 - en renforcement,
 - en traversée d'agglomération,
 - en élargissement de chaussées, d'épave ou de bandes d'arrêt d'urgence,
 - en traitement transversal différencié de voies lentes et rapides,
 - en construction neuve.

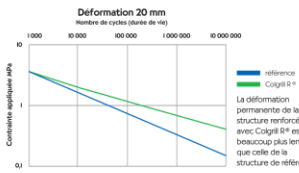
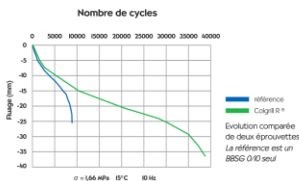
PERFORMANCES DE COLGRILL R®

Essai en flexion à points, unilatérale, à contrainte imposée :



BSG 0/10 de 7 cm
Colgrill R®
BS 0/6

PERFORMANCES DE COLGRILL R® (SUITS)



Conclusions :

- La mise en place d'une armature à la base de la couche d'enrobé de renforcement permet d'augmenter sensiblement sa capacité d'allongement et de limiter sa sensibilité aux déformations verticales permanentes, en particulier sur un support de faible portance.
- Ces effets sont rendus possibles par l'emploi d'une armature de fibres de verre ayant un module élastique considérablement plus élevé que celui d'un enrobé et une capacité de déformation également beaucoup plus importante.

Essai avec une grave bitume de classe 2	Sans Colgrill R®	Avec Colgrill R®
Module complexe (NF P 98-260-2) $E^* \text{ à } 15^\circ\text{C}, 0,1\text{ Hz (en MPa)}$	$\geq 8\,600$	$\geq 8\,600$
Fatigue (NF P 98-260-3) $E_f \text{ à } 15^\circ\text{C}, 25\text{ Hz (en MPa)}$	≥ 90	≥ 100
Nombre de cycles pour atteindre une déformation verticale de 20 mm, sous une contrainte de 1 MPa	40 000	200 000

Les Colgrill R®

- Réduction de la fatigue des enrobés
- Réduction des épaisseurs d'enrobé
- Economie de lant et matériaux
- Procédé simple et économique

Proposition de dimensionnement des entretiens avec le procédé Colgrill R

Colgrill R® L'enrobé armé

PROPRIÉTÉS

- Les performances de Colgrill R® permettent de réduire les épaisseurs de l'enrobé d'une chaussée.
- Cette réduction dispense de calculer un calcul de dimensionnement réalisé par le Service Technique de l'Etat.
- Colgrill R® permet d'optimiser la structure de la chaussée et ainsi de réduire les coûts de l'entretien et d'économiser des matériaux, de la main d'œuvre, de transport...
- Colgrill R® est recyclable en fin de vie par feilage.

CONSTITUANTS

LA COUCHE D'ACCROCHAGE

- Elle doit être suffisamment épaisse pour assurer le plaquage et le collage de la grille sur le support en tout point du chantier.
- Selon le profil du support, un calage doit parfois être réalisé en quelques points.
- Il est impératif que la grille et les renforts du finisseur ne puissent pas arracher la grille lors de la mise en œuvre de l'enrobé. Des patins allongés montés sur les roues du finisseur peuvent éviter ce risque.

LA GRILLE

- La grille de verre est fabriquée industriellement par un fournisseur agréé par Colas.
- Cette grille possède un module très élevé (environ 40 000 MPa) et une capacité d'allongement comprise entre 2 et 3 %, améliorant ainsi les performances en fatigue de l'enrobé qui lui est associé.
- La grille est posée manuellement ou mécaniquement à l'aide d'un dérouleur, selon la surface du chantier à traiter.
- Colgrill R® est une marque déposée de Colas.

NOTICE TECHNIQUE




NOTICE TECHNIQUE

Colgrill R® L'enrobé armé

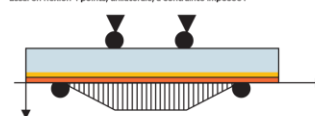
Essai avec une grave bitume de classe 2	Sans Colgrill R®	Avec Colgrill R®
Module complexe (NF P 98-260-2) E^* à 15°C, 10 Hz (en MPa)	$\geq 8\ 600$	$\geq 8\ 600$
Fatigue (NF P 98-260-1) ϵ_6 à 10°C, 25 Hz (en 10^{-6})	≥ 90	≥ 170
Nombre de cycles pour atteindre une déformation verticale de 20 mm, sous une contrainte de 1 MPa	40 000	200 000



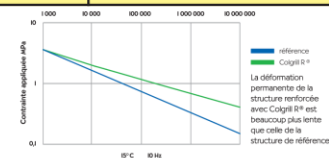
- Colgrill R® est un procédé innovant, basé sur l'ajout d'une armature en fibres de verre à l'enrobé.
- en renforcement,
 - en traversée d'agglomération,
 - en élargissement de chaussées, dépiéçage ou de bandes d'urgence,
 - en traitement transversal différencié de voies lentes et rapides,
 - en construction neuve.

PERFORMANCES DE COLGRILL R®

Essai en flexion à points, unilatérale, à contrainte imposée :



■ BBSG 0/10 de 7 cm
■ Colgrill R®
■ BBS 0/6



Conclusions :

- La mise en place d'une armature à la base de la couche d'enrobé de renforcement permet d'augmenter sensiblement sa capacité d'allongement et de limiter sa sensibilité aux déformations verticales permanentes, en particulier sur un support de faible portance.
- Ces effets sont rendus possibles par l'emploi d'une armature de fibres de verre ayant un module élastique considérablement plus élevé que celui d'un enrobé et une capacité de déformation également beaucoup plus importante.

Essai avec une grave bitume de classe 2	Sans Colgrill R®	Avec Colgrill R®
Module complexe (NF P 98-260-2) E^* à 15°C, 10 Hz (en MPa)	$\geq 8\ 600$	$\geq 8\ 600$
Fatigue (NF P 98-260-1) ϵ_6 à 10°C, 25 Hz (en 10^{-6})	≥ 90	≥ 170
Nombre de cycles pour atteindre une déformation verticale de 20 mm, sous une contrainte de 1 MPa	40 000	200 000

- Les Colgrill R®**
- Réduction de la fatigue des enrobés
 - Réduction des épaisseurs d'enrobé
 - Économie de lant et matériaux
 - Procédé simple et économique

Proposition de dimensionnement des entretiens avec le procédé Colgrill R



Cerema Infrastructure de
transport et matériaux

Sourdun, le 06/01/2020.

Objet : Certificat de bonne fin de suivi d'expérimentation du procédé COLGRILL R de
l'entreprise COLAS

665 PL/J (5 ans)

2,5 BBTM

7 BBSG



Colgrill

2,5 BBTM

12 GB4

RENFORCEMENT DES CHAUSSÉES BITUMINEUSES PAR GRILLE DE VERRE : BILAN DE 25 ANS D'EXPÉRIENCE, DERNIERS DÉVELOPPEMENTS

REINFORCEMENT OF BITUMINOUS PAVEMENTS BY GLASS GRIDS: 25 YEARS OF EXPERIENCE, LATEST DEVELOPMENTS

Eric GODARD¹, Julien VAN ROMPU¹, Laurent BRISSAUD¹, Frédéric GILENI²

1 Campus Scientifique et Technique (CST) COLAS¹, Magny-les-Hameaux, France

2 Colas Midi-Méditerranée, Aix-en-Provence, France

- Section témoin : PR 10+150 à 10+770 :
 - 10 cm de GB classe 3
 - 6 cm de BBSG 0/10
- Section expérimentale : PR 10+770 à 11+310
 - Reprofilage de la chaussée (2 cm moyens de BB 0/6)
 - Grille de verre
 - 6 cm de BBSG 0/10

REINFORCEMENT DES CHAUSSEES BITUMEUSES PAR GRILLE DE VERRE : BILAN DE 25 ANS D'EXPERIENCE, DERNIERS DEVELOPPEMENTS

REINFORCEMENT OF BITUMINOUS PAVEMENTS BY GLASS GRIDS: 25 YEARS OF EXPERIENCE, LATEST DEVELOPMENTS

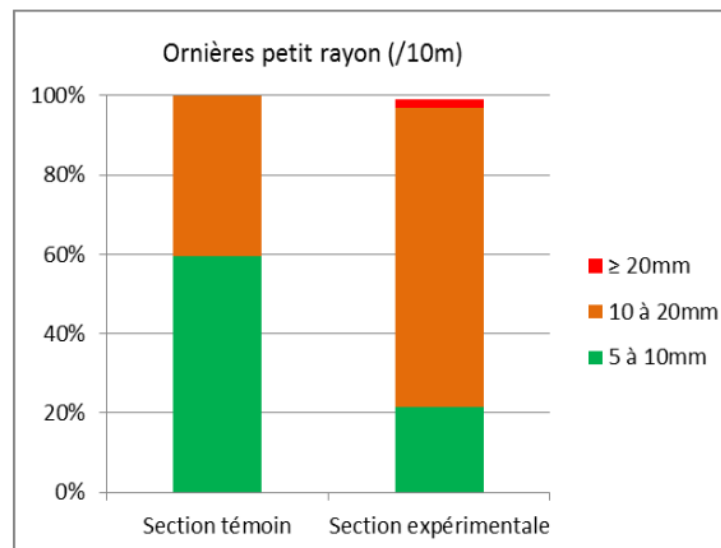
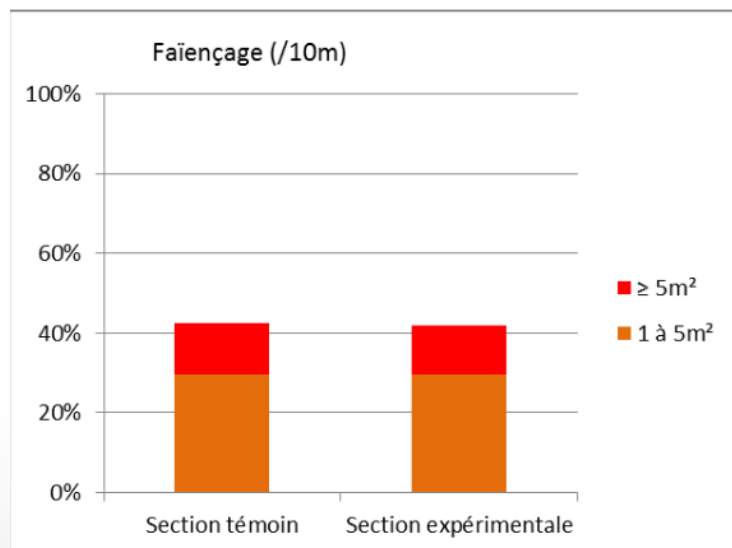
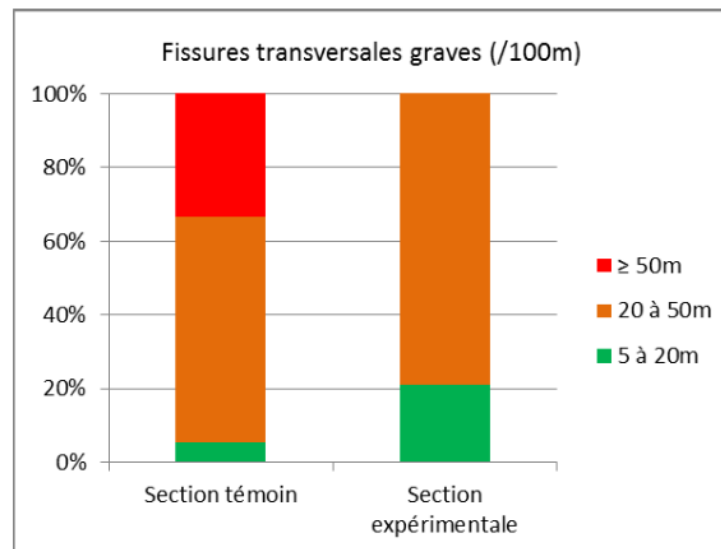
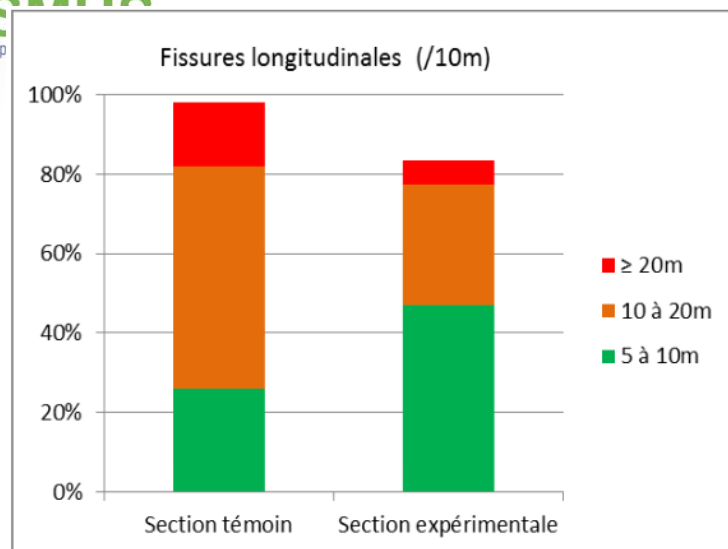


Figure 3. État de la fissuration et de l'orniérage sur la RD 624 à 20 ans d'âge

Dimensionnement des entretiens, avec des grilles de verre, retenu au niveau des variantes rencontrées dans différents appels d'offres

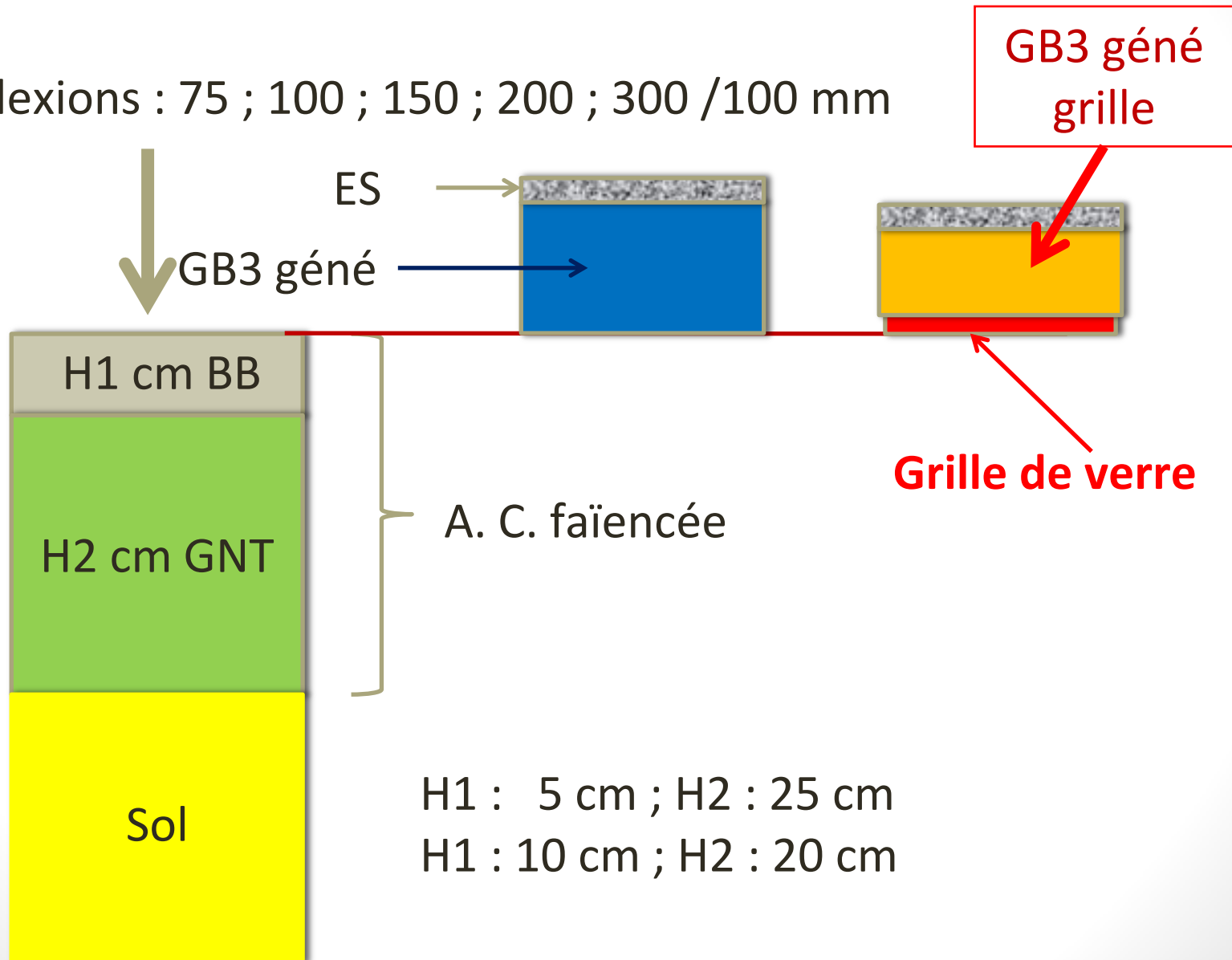
- augmentation de la résistance en fatigue des enrobés de 30 ou 50 % en fct du type de grille

$$\mathcal{E}_6^* = 1,3 \mathcal{E}_6 \text{ ou } \mathcal{E}_6^* = 1,5 \mathcal{E}_6$$

- changement des paramètres de la loi fatigue sur le sol

Etude de l'incidence des grilles de verre dans les entretiens à l'aide d'ERASMUS

Déflexions : 75 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300 /100 mm



Nota :

- GB3 généré est une GB de classe 3, dont l'épaisseur peut varier de 1 à 25 cm
- GB3 généré grille est une GB de classe 3 dont les caractéristiques en fatigue sont augmentées de 30 % et l'épaisseur peut varier de 1 à 25 cm

Rappel :

- ERASMUS, lorsque l'élongation verticale sur le sol est dimensionnant, corrige l'épaisseur brute

$$h_z = h_0 - 0,01 \times u$$

$$h_z = (h_0 + 0,02 \times u) / (1 + 0,3 \times u)$$

$$h_z = h_0 - 0,025 \times u$$

avec u : variable centrée réduite associée au risque r ;

h_0 : épaisseur du renforcement issue du calcul brut (m) ;

h_z : épaisseur corrigée (m).

si h_0 est telle que $h_z \leq 0,10$ m ;

si h_0 est telle que $0,10 \leq h_z \leq 0,15$ m

si h_0 est telle que $h_z > 0,15$ m.

TRAITEMENT ERSAMUS EN LIGNE


Général

Nom: Voie:

Gestionnaire: Département:

pr 0 pr 1
abs 0 abs 0

Climat

 Nantes


Trafic

Cahier des charges

Type de progression:

Taux d'accroissement à l'origine:

Mesuré?

 2019
Voie 1: 474 PL/j

Conceptions

Conception 1 VL-rive_D Conception 10

ENDUIT-BICOUCHE - 1,0 cm
GB3_GENE_GRILLE
Structure actuelle

ENDUIT-B
G
Struc

Detail de l'étude

C2E1: 2+1 75mm/100-VL-rive_D 100 m

C2E2: 2+2 75mm/100-VL-rive_D 100 m

C3E1: 3+1 100mm/100-VL-rive_D 100 m

5 beton-bitumineux (39)

10 beton-bitumineux (39)

5 beton-bitumineux (39)

Courant: Cahier des charges

Examen du gel en diagnostic:

Durée de vie (ans): <= <=

Epaisseur min à fraiser (cm):

Risque de dimensionnement (%): <=

Adhérence:

Couche de roulement:

Séparation des fonctions de la CR: ☐

Couche de liaison:

Atténuation du bruit:

Qualité de l'uni:


Nature:

Classe:


Pente de l'essai de gonflement (mm/(°C.h) 1/2):

Δn (°C 1/2 m-1):

Essais

 2019
Lacroix 03
15.0 °C

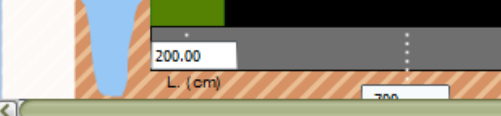
Déflexion

 2019
10 Carottes
Ø 150 mm

Carottage

Coupe transversale

Profil général (0 --> 100)



200.00
L (cm)

Vue gamme de solutions

Vue positions transversales

Tri: Coût

Export Xls

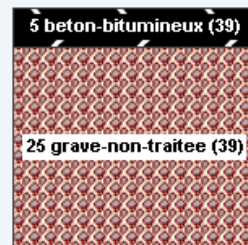
Export Résumé Pdf

Bilan écologique

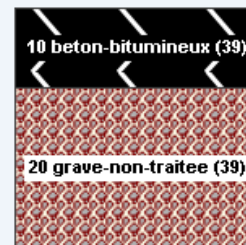
Export Synthèse Pdf

Export Détail Pdf

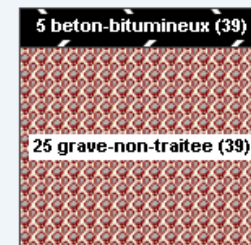
C2E1-VL-rive_D
100 m



C2E2-VL-rive_D
100 m



C3E1-VL-rive_D
100 m



CR: 1 es-b
CB: GB3_GENE_GRILLE
220 €/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE_GRILLE (10.0 cm)

144 €/ml

19843 MJ/ml # 1086 Kg.eq.CO2/ml # 21 t gra/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE_GRILLE (9.0 cm)

133 €/ml

17939 MJ/ml # 982 Kg.eq.CO2/ml # 19 t gra/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE_GRILLE (15.0 cm)

200 €/ml

29434 MJ/ml # 1613 Kg.eq.CO2/ml # 30 t gra/ml

2019: EN
2019: GB

CR: 1 es-b
CB: GB3_GENE
220 €/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE (14.0 cm)

189 €/ml

27507 MJ/ml # 1507 Kg.eq.CO2/ml # 28 t gra/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE (9.0 cm)

133 €/ml

17939 MJ/ml # 982 Kg.eq.CO2/ml # 19 t gra/ml

2019: ENDUIT-BICOUCHE
2019: GB3_GENE (17.0 cm)

222 €/ml

33303 MJ/ml # 1825 Kg.eq.CO2/ml # 33 t gra/ml

2019: EN
2019: GB

Synthèse des résultats

Le critère dimensionnant, en présence d'une grille de verre, est généralement l'élongation verticale sur le sol

***Si on retient l'épaisseur non corrigée,
pour l'A.C. à faible épaisseur bitumineuse
(5 cm) la grille remplace***

~ 5cm pour $A=12000$

~ 7cm pour $A=35000$

Synthèse des résultats

Le critère dimensionnant, en présence d'une grille de verre, est généralement l'élongation verticale sur le sol

Si on retient l'épaisseur non corrigée pour l'A.C. à épaisseur bitumineuse de 10cm la grille remplace

~ 2 cm pour $A=12000$

~ 6 cm pour $A=35000$

Conclusions

- La conception des entretiens avec des grilles de verre proposée actuellement, se fonde sur la méthode française de renforcement.
- Erasmus prend en compte ces matériaux
- Des progrès pourraient être entrepris par une étude plus exhaustive des nombreux chantiers réalisés suivant la méthode des sections d'essais



**Merci de votre
attention**