

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 › Géo-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



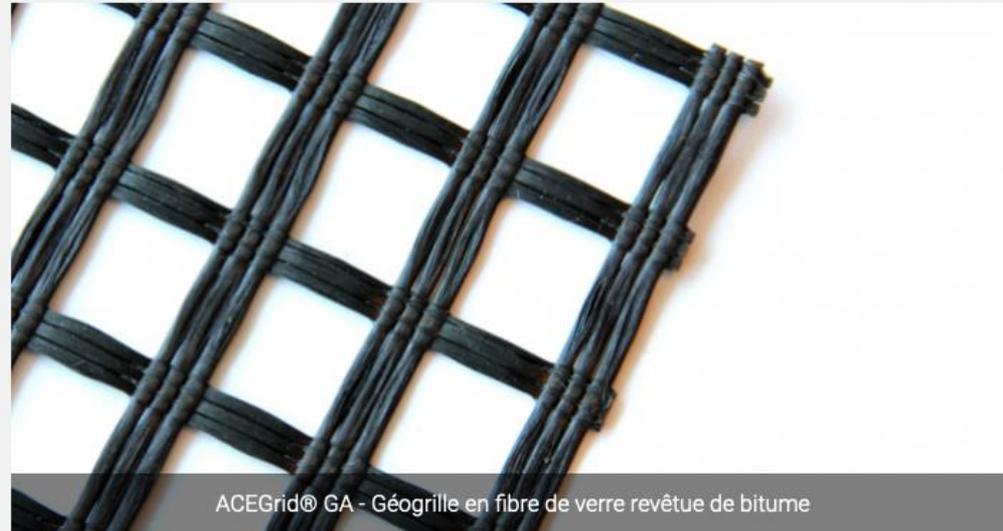
Renforcement de chaussées

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



A propos

Géogrilles 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.





NOTICE TECHNIQUE

Colgrill R[®]

L'enrobé armé

ques indiquées.



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

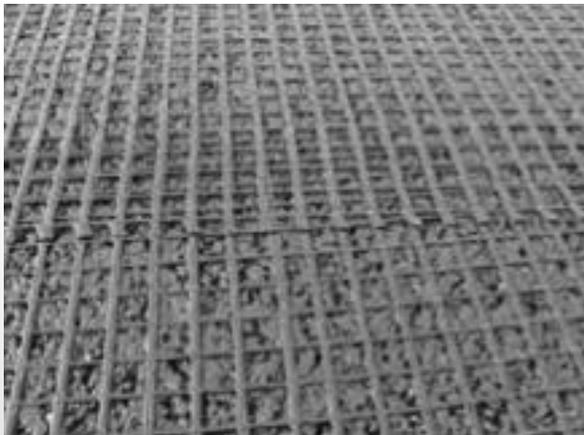
très peu de renseignement sur leur prise en compte dans le dimensionnement des structures

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

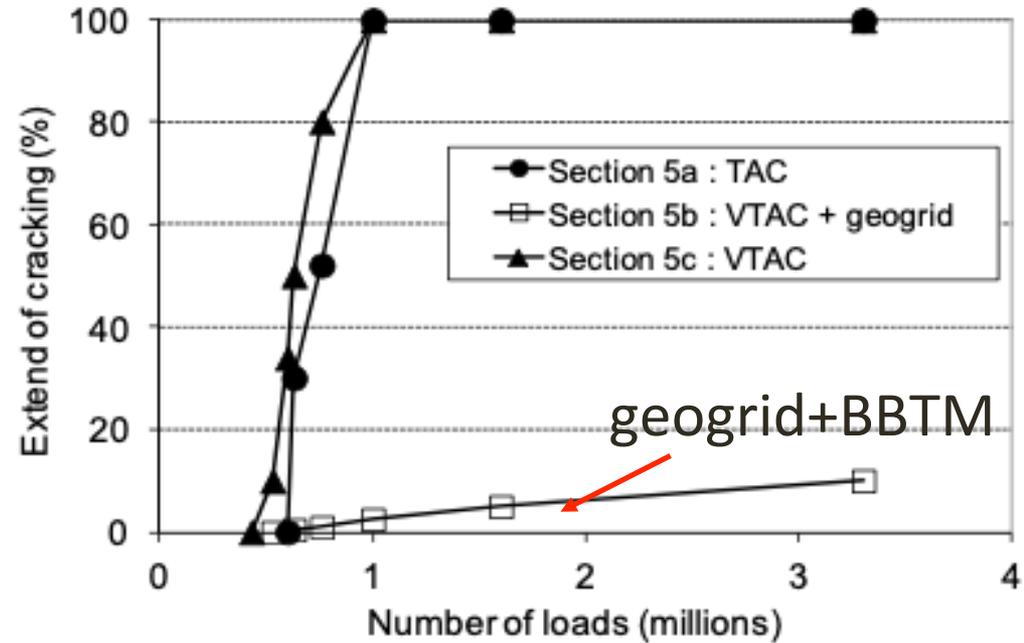
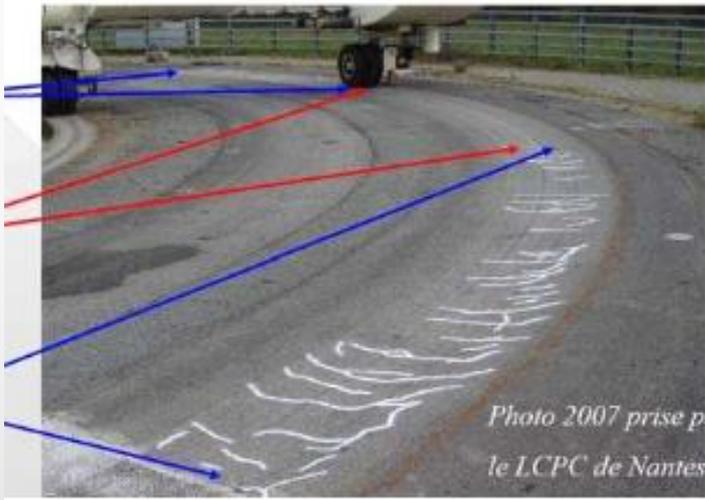
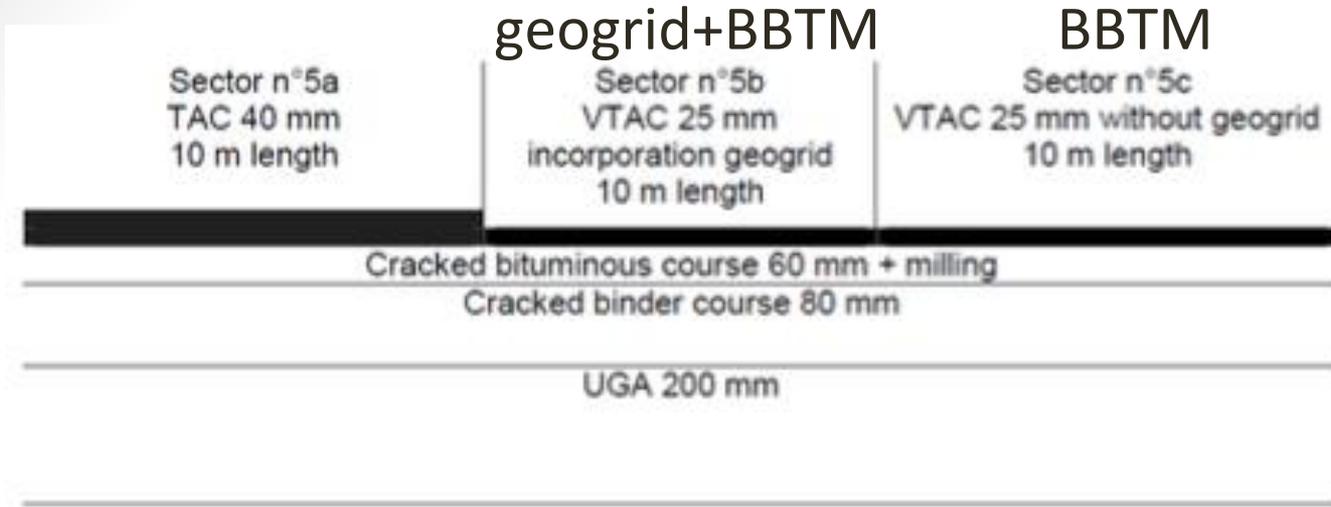
Review of glass fiber grid use for pavement reinforcement and APT experiments at IFSTTAR

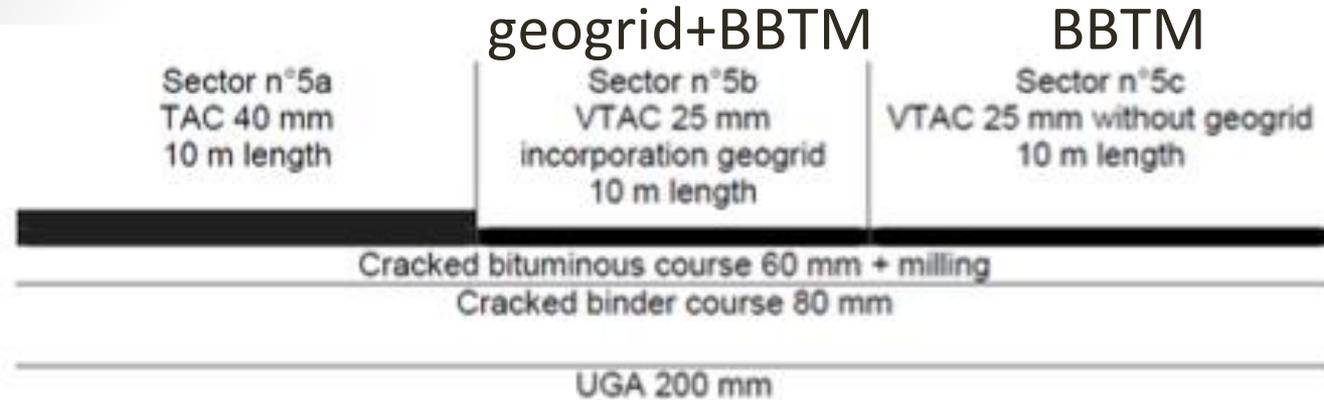
Mai Lan Nguyen* □ **Juliette Blanc*** □ **Jean Pierre Kerzrého*** □
Pierre Hornych*

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

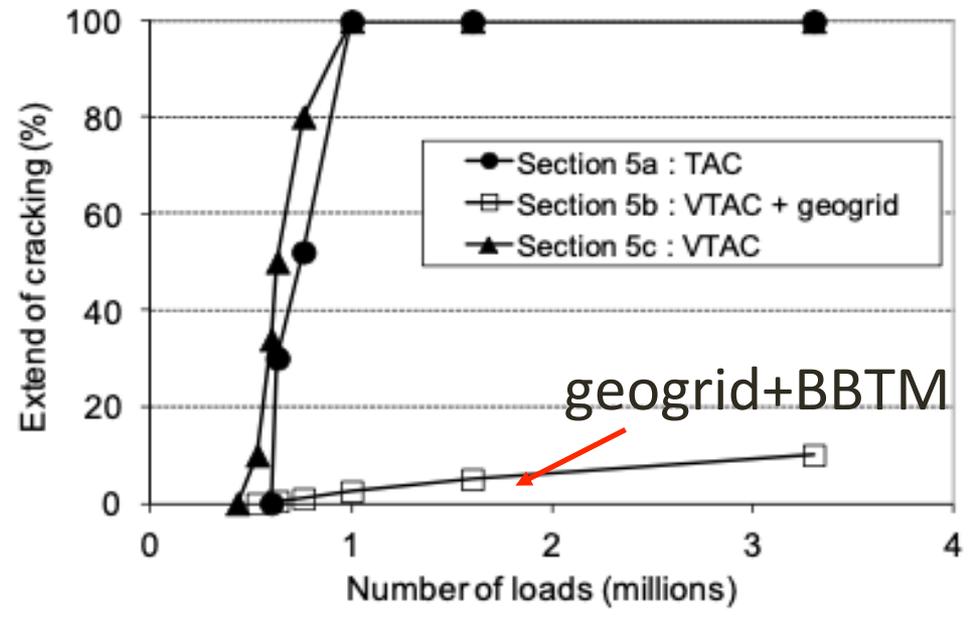
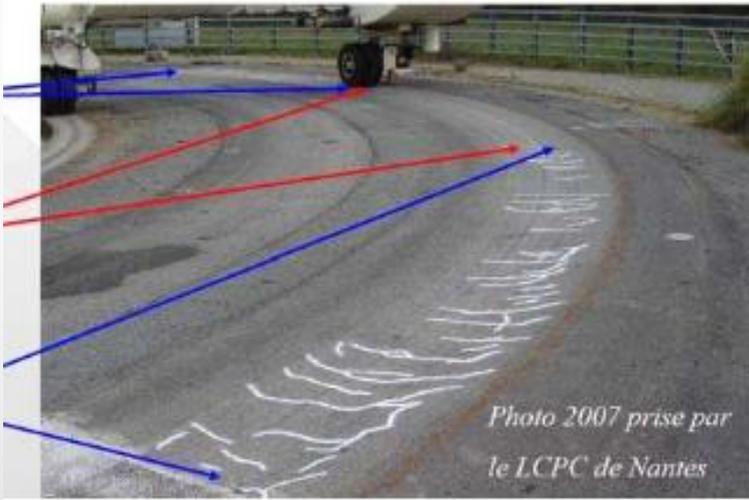


Review of glass fiber grid use for pavement reinforcement and APT experiments at IFSTTAR





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



THÈSE présentée par :

Ioana Maria ARSENIE

soutenue le : **29 novembre 2013**

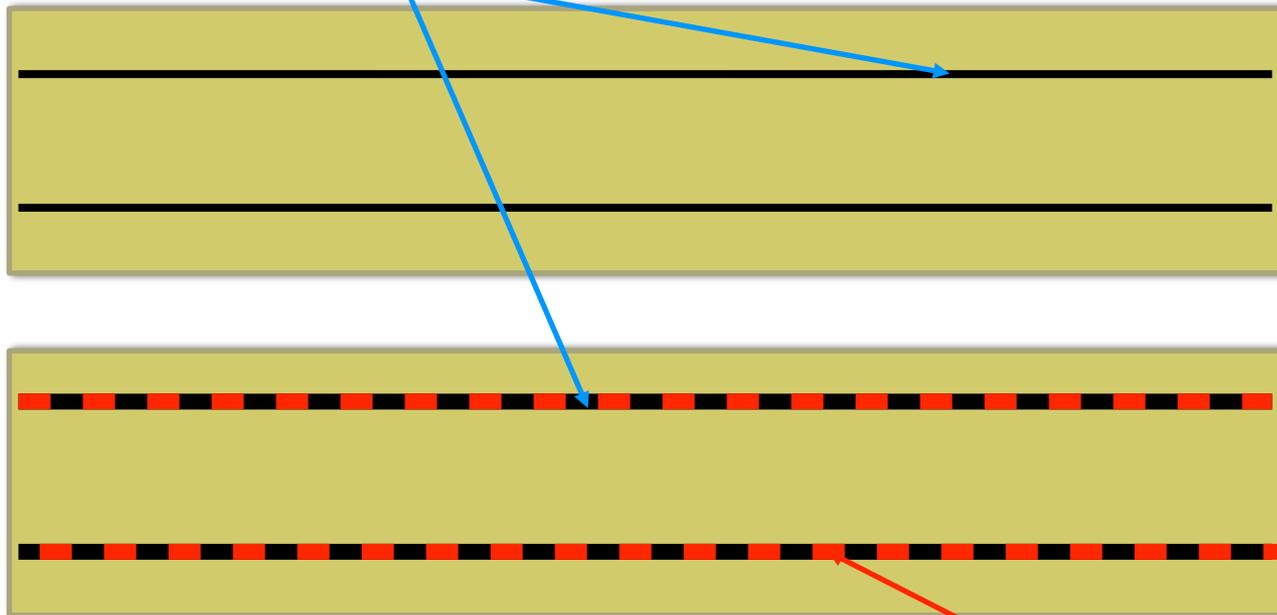
pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Génie Civil, Mécanique des matériaux

**ÉTUDE ET MODÉLISATION DES
RENFORCEMENTS DE CHAUSSÉES 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

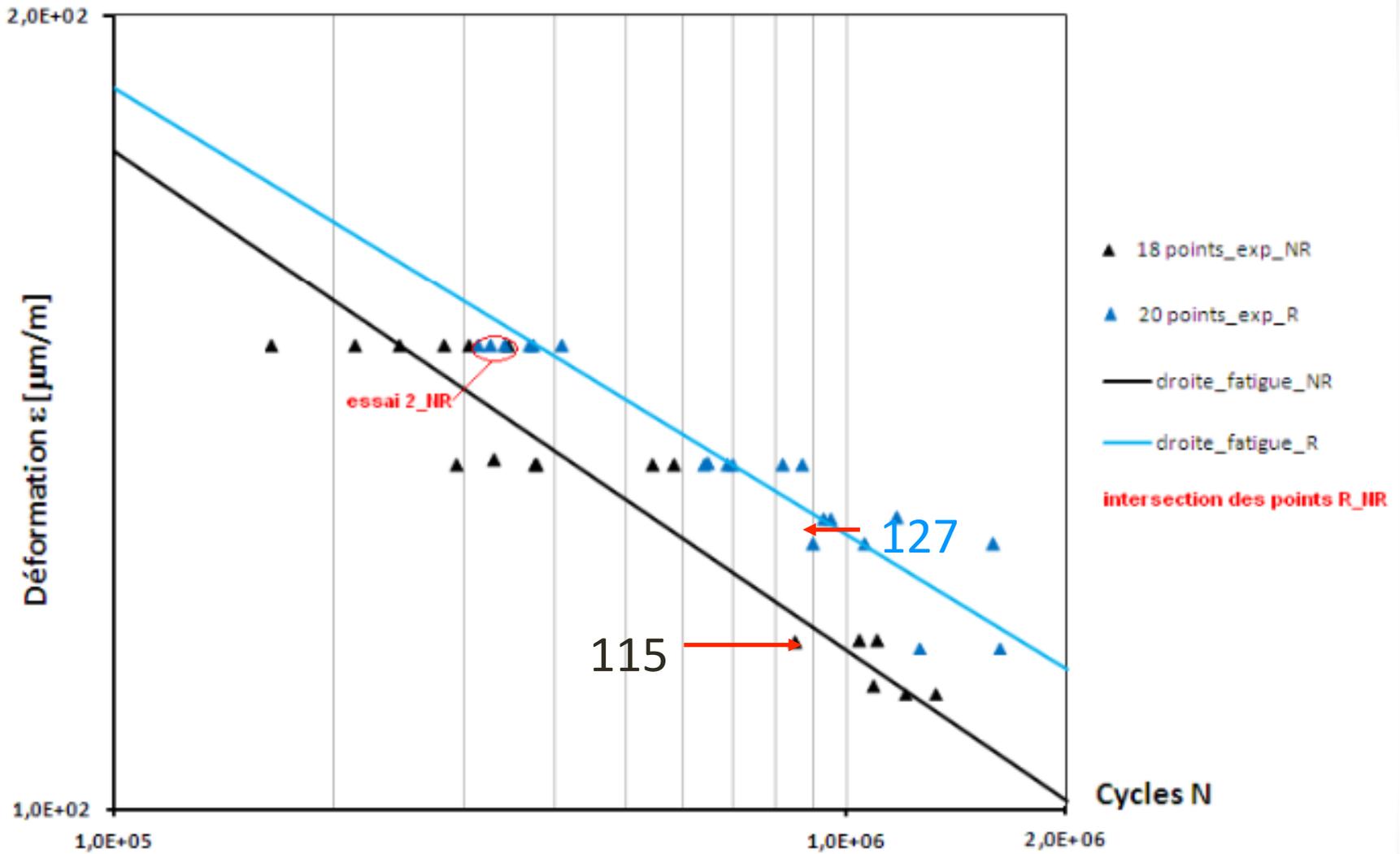


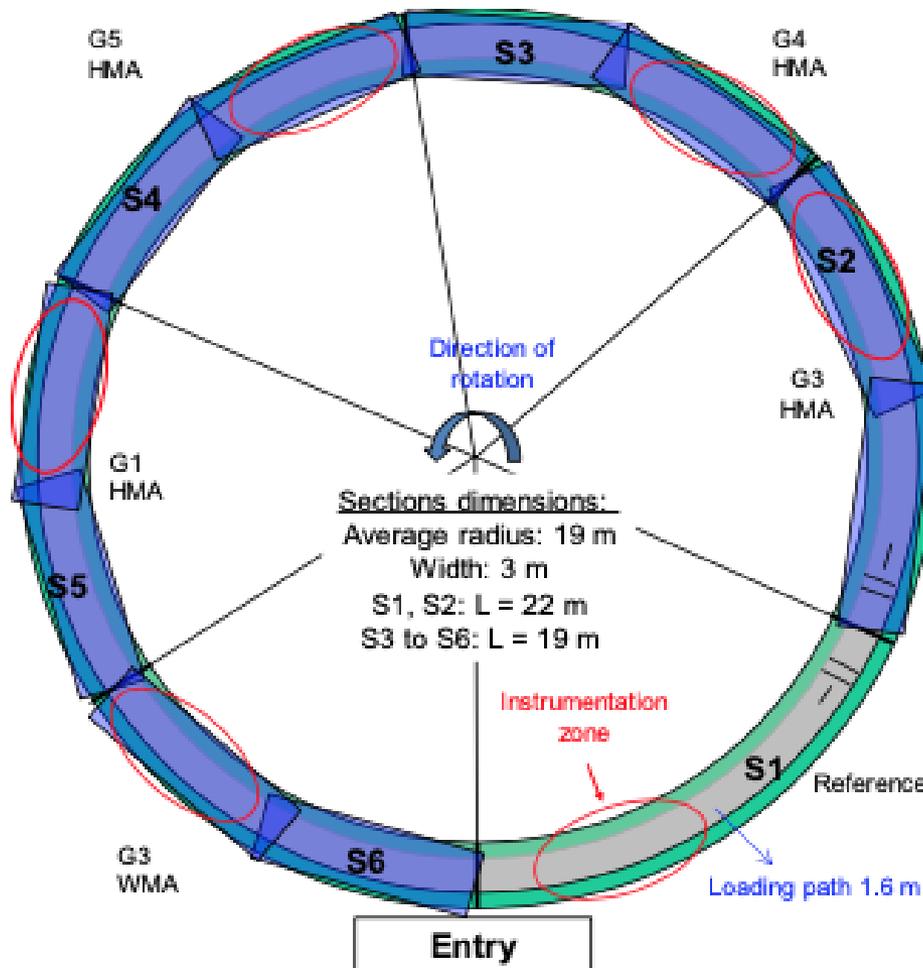
Figure 4.20 Les droites de fatigue NR et R et l'intersection des points expérimentaux NR et R

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

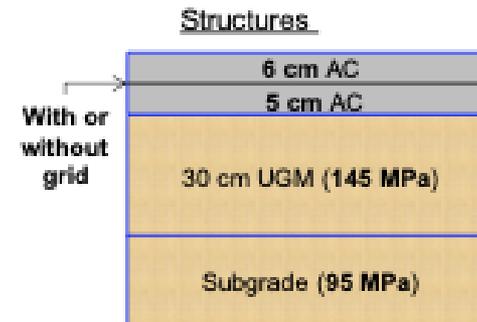
Mai Lan Nguyen¹, Cyrille Chazallon², Mehdi Sahli^{2,3}, Georg Koval², Pierre Horny¹, Daniel Doligez⁴, Armelle Chabot¹, Yves Le Gal⁵, Laurent Brissaud⁵, Eric Godard⁵.

- (1) IFSTTAR, Bouguenais, France
- (2) ICUBE, UMR 7357, CNRS, INSA Strasbourg, Université de Strasbourg, France
- (3) Epsilon, France
- (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

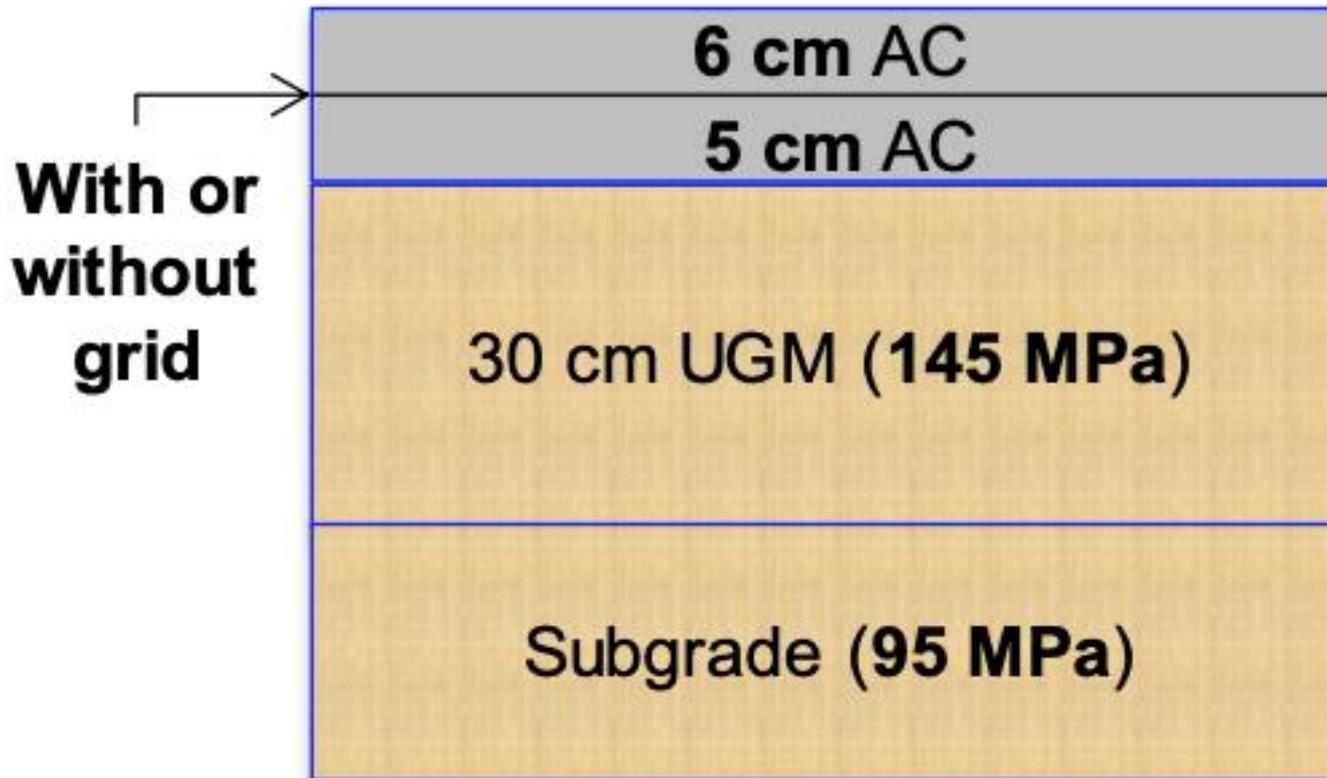
Fig. 4 Plan of six pavement sections tested in the SolDuGri project.

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 Brissaud², Eric Godard⁵.

- (1) IFSTTAR, Bouguenais, France
- (2) ICUBE, UMR 7357, CNRS, INSA Strasbourg, Université de Strasbourg, France
- (3) Epsilon, France

Structures



- (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

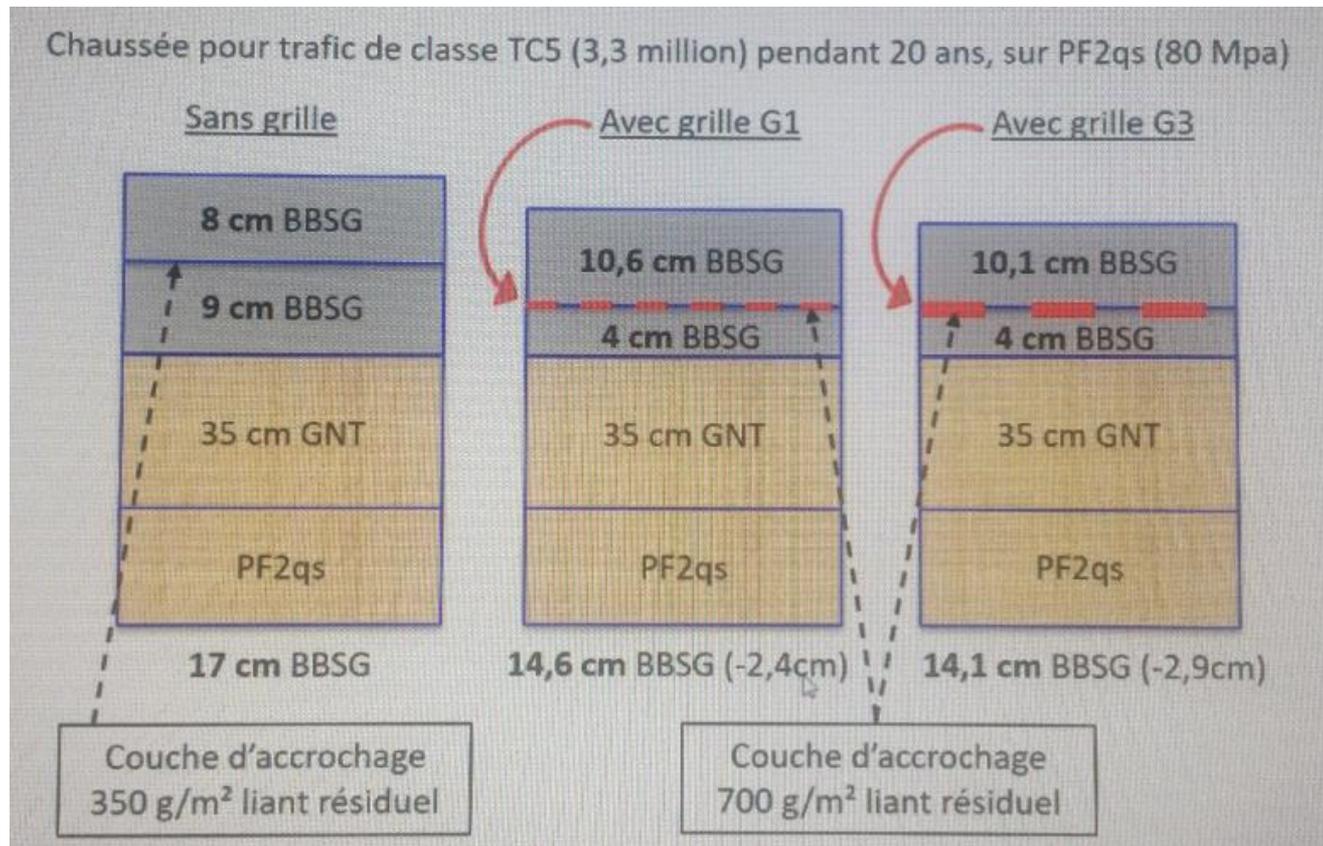
L'expérience a pu être exploitée suivant la méthode Française de dimensionnement des chaussées bitumineuses

$$\epsilon_{t,max} \leq \epsilon_{t,adm} = \epsilon_6^* \left(\frac{NE}{10^6} \right)^b k_\theta k_T k_c k_s$$

$$\epsilon_6^* = \epsilon_6 \cdot k_{Re}$$

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 d'épaisseur est calculée à travers 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 chantier et d'entretenir des économies de matériaux, de main d'œuvre et de transport.
- Colgrill R® est recyclable en fin de vie par bêtage.

CONSTITUANTS

LA COUCHE D'ACCROCHAGE

- Elle doit être suffisamment drôlée pour assurer le plaquage et le collage de la grille sur le support en tout point du chantier.
- Selon le profil du support, un caillou peut parfois se coller en certains points.
- Il est impératif que le talon et les raillages du finisseur ne passent pas enrobé la grille au-delà 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 (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 plis ou de surplis (recouvrement et fixation au support).
- Elle doit être couverte ponctuellement selon le tracé ou les obstacles rencontrés (piédroit, virage serré, broue à l'air, ...).
- Le recouvrement des vis est limité à une ou deux mailles dans le sens longitudinal.

LES GRANULATS

- Ils doivent répondre aux spécifications des normes en vigueur en tenant compte de l'agressivité du trafic et de l'environnement du chantier (NF P 93-343, NF EN 12 002).

L'ENROBÉ Formulation, fabrication et mise en œuvre

- La mise en œuvre de l'enrobé est réalisée par des moyens traditionnels (mâche-train, en respectant leur spécificité (nature, épaisseur, situation dans le corps de chaussée)).
- L'enrobé peut être fabriqué dans tout type de centrale. La formulation et les températures d'enrobage 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 81 20 00 - Fax : 01 47 81 20 72
www.produitscolas.com

NOTICE TECHNIQUE



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 bitumineuse de la chaussée.

Colgrill R® L'enrobé armé



NOTICE TECHNIQUE

PRÉSENTATION

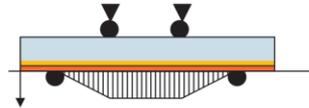
- Colgrill R® se compose :
 - d'une couche d'accrochage qui assure le collage de la grille au support. Elle peut être en bitume pur ou modifié, selon l'état du support et les contraintes du site ;
 - d'une grille de fibres de verre thermocollées, fabriquée industriellement ;
 - d'un enrobé bitumineux 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 liant de l'enrobé peut être un bitume pur ou modifié par des élastomères, de pénétabilité 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'épavelement ou de bandes d'arrêt d'urgence,
 - en traitement transversal différencié de voies lentes et rapides,
 - en construction neuve.

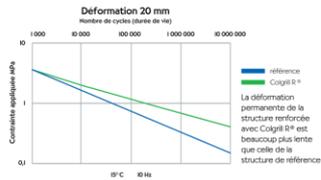
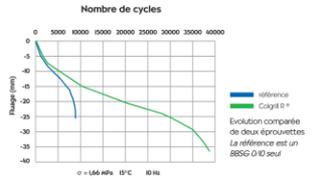
PERFORMANCES DE COLGRILL R®

Essai en flexion 4 points, unilatérale, à contrainte imposée :



- BSG 0/10 de 7 cm
- Colgrill R®
- BS 0/6

PERFORMANCES DE COLGRILL R® (suiv)



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, 0,1 Hz (en MPa))	≥ 8 600	≥ 8 600
Fatigue (NF P 98-260-1) (E_f à 15°C, 25 Hz (en MPa))	≥ 10	≥ 10
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 liant 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 d'épaisseur est calculée à travers un calcul de dimensionnement réalisé par le Service Technique de Cetes.
- Colgrill R® permet d'optimiser la structure de la chaussée et ainsi de réduire les coûts de chantier et d'exploiter des économies de matériaux, de main d'œuvre et de transport.
- Colgrill R® est recyclable en fin de vie par broyage.

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.
- Seul le profil du support en question peut permettre ce collage en certains points.
- Il est impératif que la table et les rainures du finisseur ne puissent pas arracher la grille au fur et à mesure 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 Cetes.
- 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 le profil du chantier à traiter.

NOTICE TECHNIQUE



NOTICE TECHNIQUE
Colgrill R® L'enrobé armé

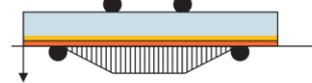
Essai avec une grave bitume de classe 2	Sans Colgrill R®	Avec Colgrill R®
Module complexe (NF P 98-260-2) E^* à 15°C, 10 Hz (en MPa)	$\geq 8\ 600$	$\geq 8\ 600$
Fatigue (NF P 98-260-1) ϵ_6 à 10°C, 25 Hz (en 10^{-6})	≥ 90	≥ 170
Nombre de cycles pour atteindre une déformation verticale de 20 mm, sous une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



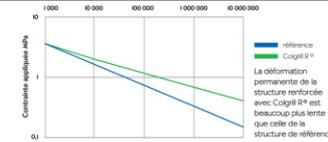
- en renforcement,
- en traversée d'agglomération,
- en élargissement de chaussées, d'épavelement ou de bandes d'arrêt d'urgence,
- en traitement transversal différencié de voies lentes et rapides,
- en construction neuve.

PERFORMANCES DE COLGRILL R®

Essai en flexion 4 points, unilatérale, à contrainte imposée :



- BBSG 0/10 de 7 cm
- Colgrill R®
- SS 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
- Economie de lant et matériaux
- Procédé simple et économique

Proposition de dimensionnement des entretiens avec le procédé Colgrill R



Cerema

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

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

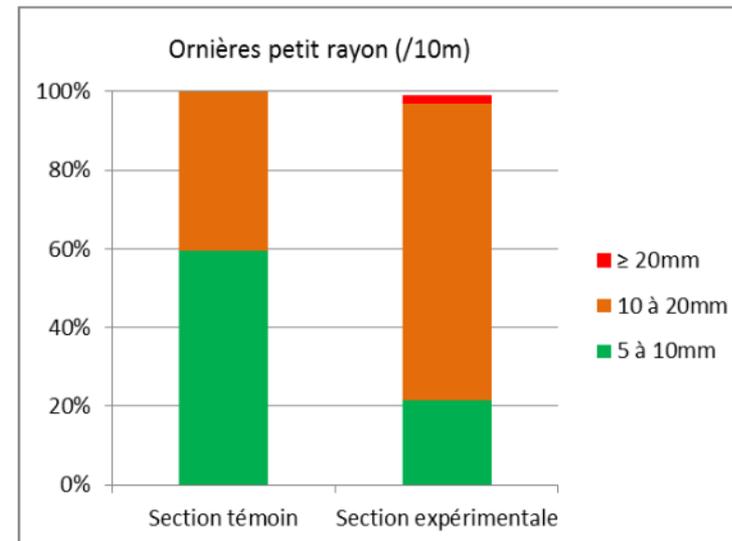
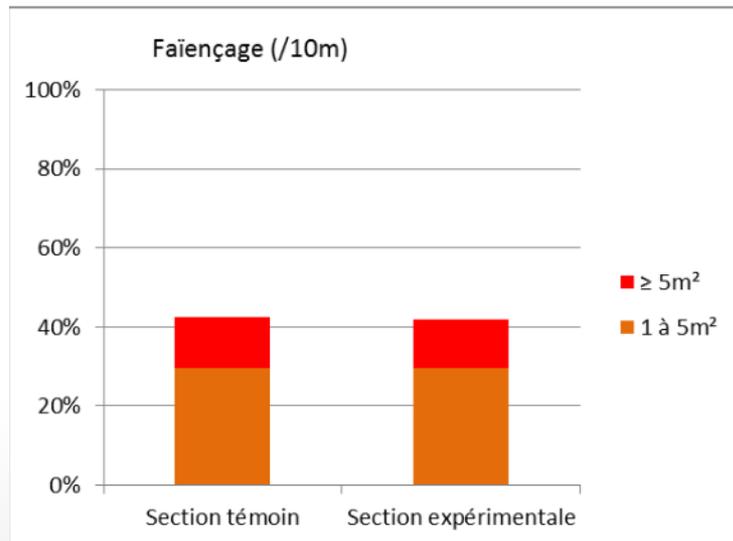
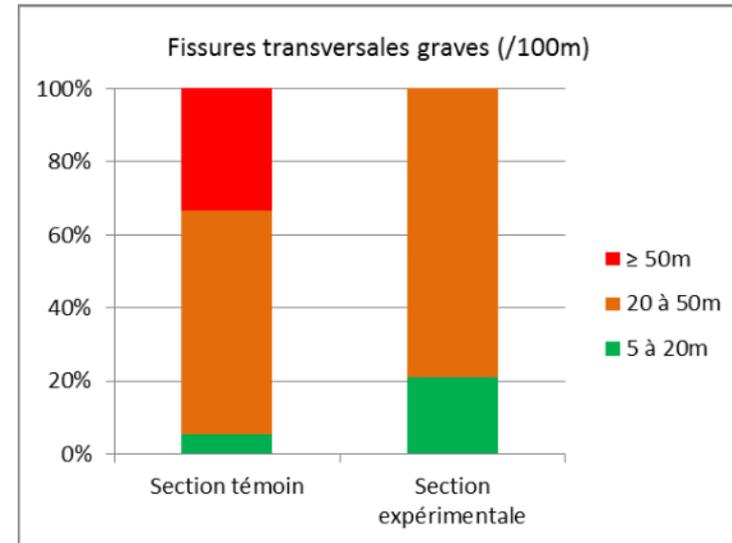
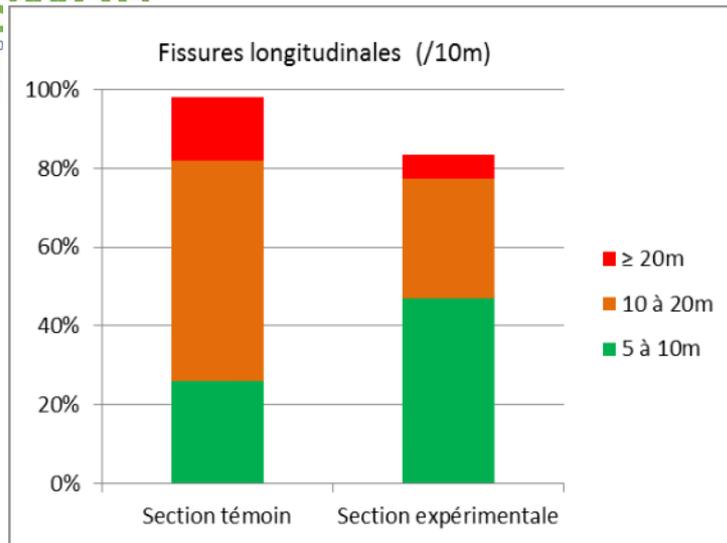


Figure 3. État de la fissuration et de l'orniérage sur la RD 624 à 20 ans d'âge

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

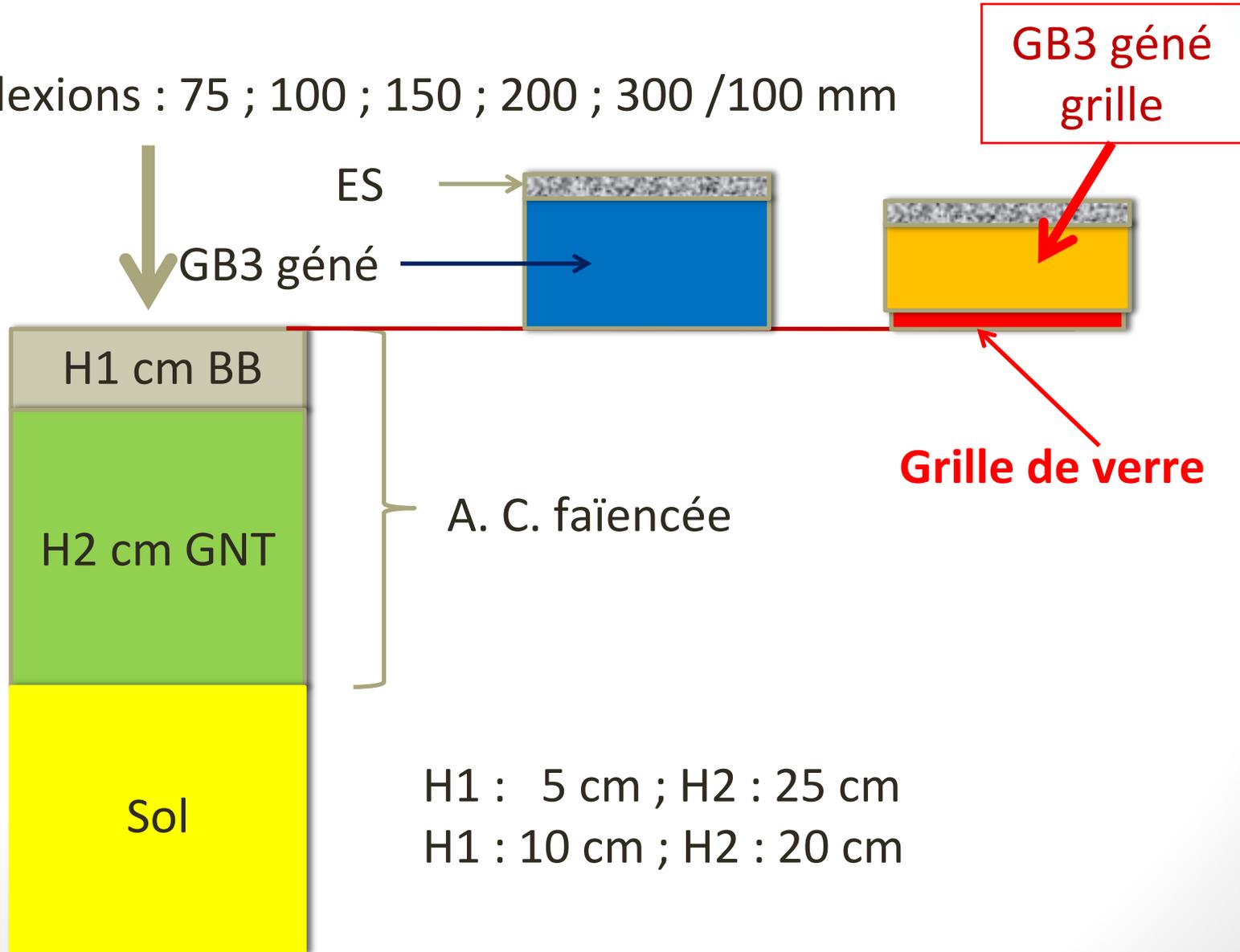
- augmentation de la résistance en fatigue des enrobés de 30 ou 50 % en fct du type de grille

$$\epsilon_6^* = 1,3 \epsilon_6 \text{ ou } \epsilon_6^* = 1,5 \epsilon_6$$

- 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 géné est une GB de classe 3, dont l'épaisseur peut varier de 1 à 25 cm
- GB3 géné 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:

Localisation d... Supprimer Localisation fin Supprimer

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

Créer conception Initialiser les conceptions

Conception 1 Conception 10

Structure actuelle

ENDUIT-BICOUCHE - 1,0 cm
GB3_GENE_GRILLE
Structure actuelle

Detail de l'étude

<p>C2E1: 2+1 75mm/100-VL-rive_D 100 m</p> <p>5 beton-bitumineux (39)</p>	<p>C2E2: 2+2 75mm/100-VL-rive_D 100 m</p> <p>10 beton-bitumineux (39)</p>	<p>C3E1: 3+1 100mm/100-VL-rive- 100 m</p> <p>5 beton-bitumineux (39)</p>
--	---	--

Courant: Cahier des charges

Examen du gel en diagnostic:

Durée de vie (ans): <= <=

Épaisseur 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:

Matériau

Nature:

Classe:

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

Ar (°C 1/2 m-1):

Essais

 2019
Lacroix 03
15.0 °C

Déflexion

 2019
10 Carottes
Ø 150 mm

Carottage

Photos



Vue gamme de solutions

Vue positions transversales

Tri: Coût

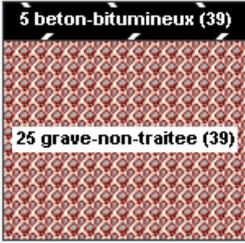
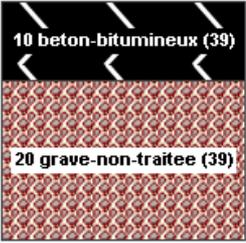
Export Xls

Export Résumé Pdf

Bilan écologique

Export Synthèse Pdf

Export Détail Pdf

	<p>C2E1-VL-rive_D 100 m</p> 	<p>C2E2-VL-rive_D 100 m</p> 	<p>C3E1-VL-rive_D 100 m</p> 	
<p>CR: 1 es-b CB: GB3_GENE_GRILLE 220 €/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE_GRILLE (10.0 cm)</p> <p>144 €/ml</p> <p>19843 MJ/ml # 1086 Kg.eq.CO2/ml # 21 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE_GRILLE (9.0 cm)</p> <p>133 €/ml</p> <p>17939 MJ/ml # 982 Kg.eq.CO2/ml # 19 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE_GRILLE (15.0 cm)</p> <p>200 €/ml</p> <p>29434 MJ/ml # 1613 Kg.eq.CO2/ml # 30 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE_GRILLE (10.0 cm)</p> <p>144 €/ml</p> <p>19843 MJ/ml # 1086 Kg.eq.CO2/ml # 21 t gra/ml</p>
<p>CR: 1 es-b CB: GB3_GENE 220 €/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE (14.0 cm)</p> <p>189 €/ml</p> <p>27507 MJ/ml # 1507 Kg.eq.CO2/ml # 28 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE (9.0 cm)</p> <p>133 €/ml</p> <p>17939 MJ/ml # 982 Kg.eq.CO2/ml # 19 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE (17.0 cm)</p> <p>222 €/ml</p> <p>33303 MJ/ml # 1825 Kg.eq.CO2/ml # 33 t gra/ml</p>	<p>2019: ENDUIT-BICOUCHE 2019: GB3_GENE (10.0 cm)</p> <p>144 €/ml</p> <p>19843 MJ/ml # 1086 Kg.eq.CO2/ml # 21 t gra/ml</p>

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**