

FRAISAGE ET RECYCLAGE D'UNE GRILLE ANTI-FISSURE EN POLYESTER HAUTE TÉNACITÉ

MILLING AND RECYCLING OF A POLYESTER GRID AGAINST REFLECTIVE CRACK PROPAGATION

Johann BRUHIER¹, Bernd THESSELING²

¹ HUESKER France SAS, Gresswiler, France

² HUESKER Synthetic GmbH, Gescher, Allemagne

RÉSUMÉ - L'enrobé est le matériau aux propriétés pratiquement idéales pour la construction de chaussées. Cependant, la propagation des fissures issues des couches inférieures soumises aux sollicitations thermiques, mais aussi aux sollicitations dynamiques de circulation, demeure le problème majeur et récurrent des nouvelles couches d'enrobé. L'utilisation de grille pour la réhabilitation de structure de chaussée s'est accrue et devrait continuer de s'accroître dans les prochaines années. L'utilisation d'une géogridde apporte dans l'enrobé un gain de structure qui permet en effet d'augmenter considérablement sa durée de service et/ou de limiter l'épaisseur des nouvelles couches. Ces aspects ont déjà été publiés lors des Rencontres Géosynthétiques 1997 et 2006. Cet article regarde un aspect complémentaire, le fraisage et le recyclage d'enrobé armé à l'aide de grille en polyester, à partir d'un programme de recherche effectué auprès de l'université d'Aix-la-Chapelle.

Mots-clés : grille, fissure, fraisage, enrobé, environnement

ABSTRACT - Asphalt is almost ideal material for road construction, but reflective cracking in new asphalt layer is becoming an increasing problem. This type of cracking is mainly the result of thermally – or traffic-induced fatigue of the asphalt. The use of grid for the rehabilitation of structure of roadway increased and should continue to increase in the next years. The use of a grid brings in the bituminous mix a profit of structure which indeed makes it possible to increase its working life considerably and/or to limit the thickness of the of the news layers. A proof of the working mechanism and theoretical background of this application has already been published in the framework of Rencontres Géosynthétiques in the years 1997 and 2006. The present article will document detailed results of a research undertaken at Technical University of Aachen (RWTH-Aachen) referring to milling and recycling of geosynthetic reinforced asphalt overlays.

Keywords: grid, cracking, Milling, Asphalt, Environment

1. Introduction : 40 années d'expérience dans le renforcement d'enrobé

HUESKER a été fondé en décembre 1861, cela fait exactement 150 ans. Dès 1958, la société s'est intéressée à tisser des fibres synthétiques pour la confection des premiers géosynthétiques et de sacs. Le développement de la gamme de produits a donné naissance en 1973 à une entité spécialisée dans les géosynthétiques et les textiles techniques.

C'est à la fin des années 1960 (Figure 1), que nous avons eu l'idée de renforcer des enrobés à l'aide d'une grille synthétique, selon la philosophie du treillis métallique dans le béton.



Figure 1. Première installation d'un renforcement d'enrobé à la fin des années 1960.

Nous devons nous rendre rapidement à l'évidence que le comportement était très différent. Cependant, il se révélait que la grille retardait de manière importante l'apparition des fissures de la chaussée inférieure. Il ne restait plus qu'à comprendre et à optimiser le produit !

2. Rappel du domaine d'application de la grille de renforcement d'enrobé

Le développement des fissures (Figure 2 et 3) dans une chaussée neuve provient principalement de la nature des bitumes utilisés, des cycles gel / dégel et des sollicitations dynamiques issues du trafic



Figure 2 et 3. Illustration de fissures.

Une méthode traditionnelle de réfection consiste à venir fraiser la couche de roulement, puis de la remplacer. La mise en place de cette nouvelle couche sur les fissures résiduelles génère une remontée de celles-ci en surface très rapidement alors que l'utilisation d'une grille de renfort permet de la retarder considérablement (Figure 4).

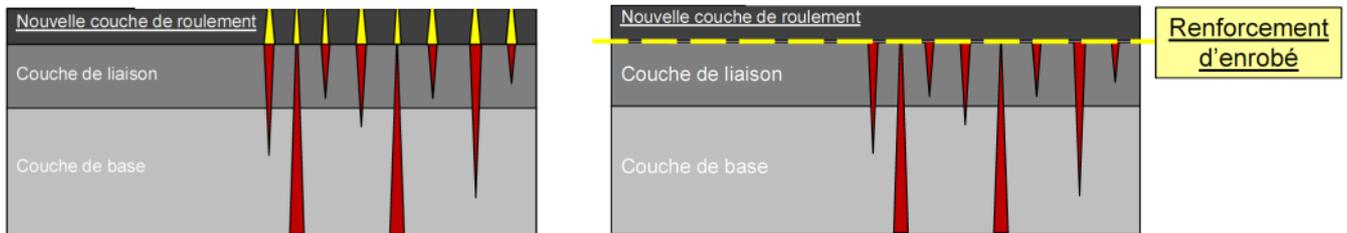


Figure 4. Remontée des fissures dans la nouvelle couche de roulement avec ou sans grille de renfort.

3. Sollicitations à l'origine des remontées de fissures

Les fissures issues des couches inférieures sont soumises aux sollicitations thermiques, mais aussi aux sollicitations dynamiques de circulation. Leur propagation demeure comme illustrée sur la figure 5 le problème majeur et récurrent des couches d'enrobé.

Thermique		<p>La dilatation et la contraction dues aux variations thermiques quotidiennes ou saisonnières, d'anciennes dalles en béton indépendantes ou de sols traités fissurés, génèrent des mouvements cycliques horizontaux. Ces mouvements cycliques génèrent l'apparition de fissure en surface.</p>
------------------	--	---

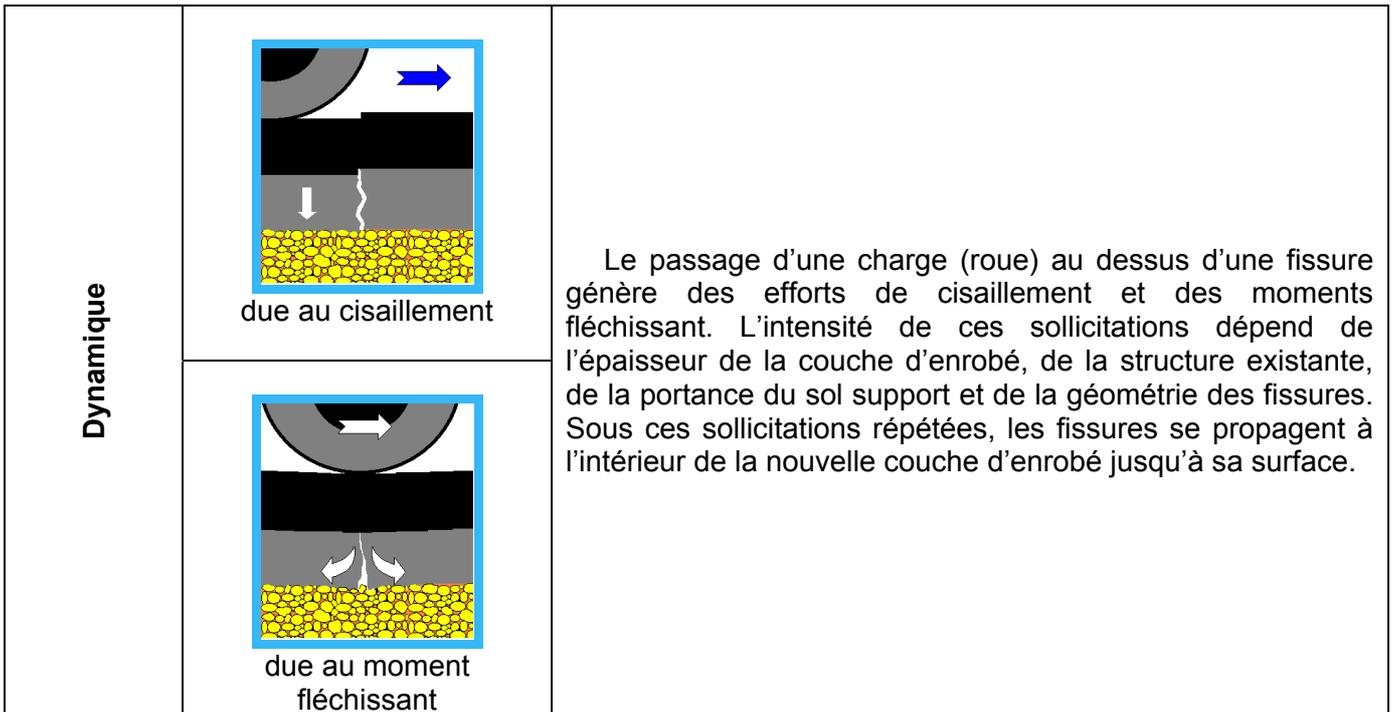
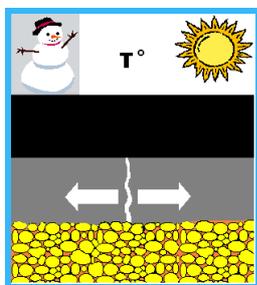


Figure 5. Illustration des différentes sollicitations

4.Principe et résultat comparatif sur l'essai de propagation thermique de la fissure

Des séries de tests détaillés (Figure 6 et 7) ont démontré l'efficacité de notre grille vis-à-vis de la propagation de la fissure due aux sollicitations thermiques. Les essais ont été effectués par le « Centre de recherches routières Belge » (OCW).



Sollicitation thermique

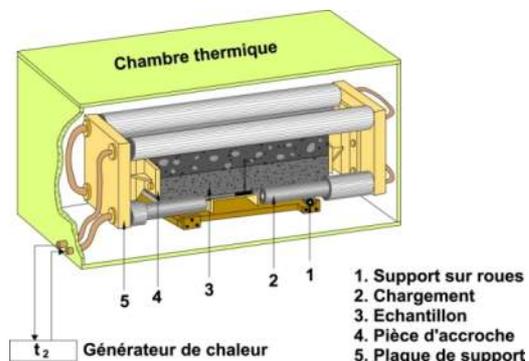


Schéma de l'appareil de test

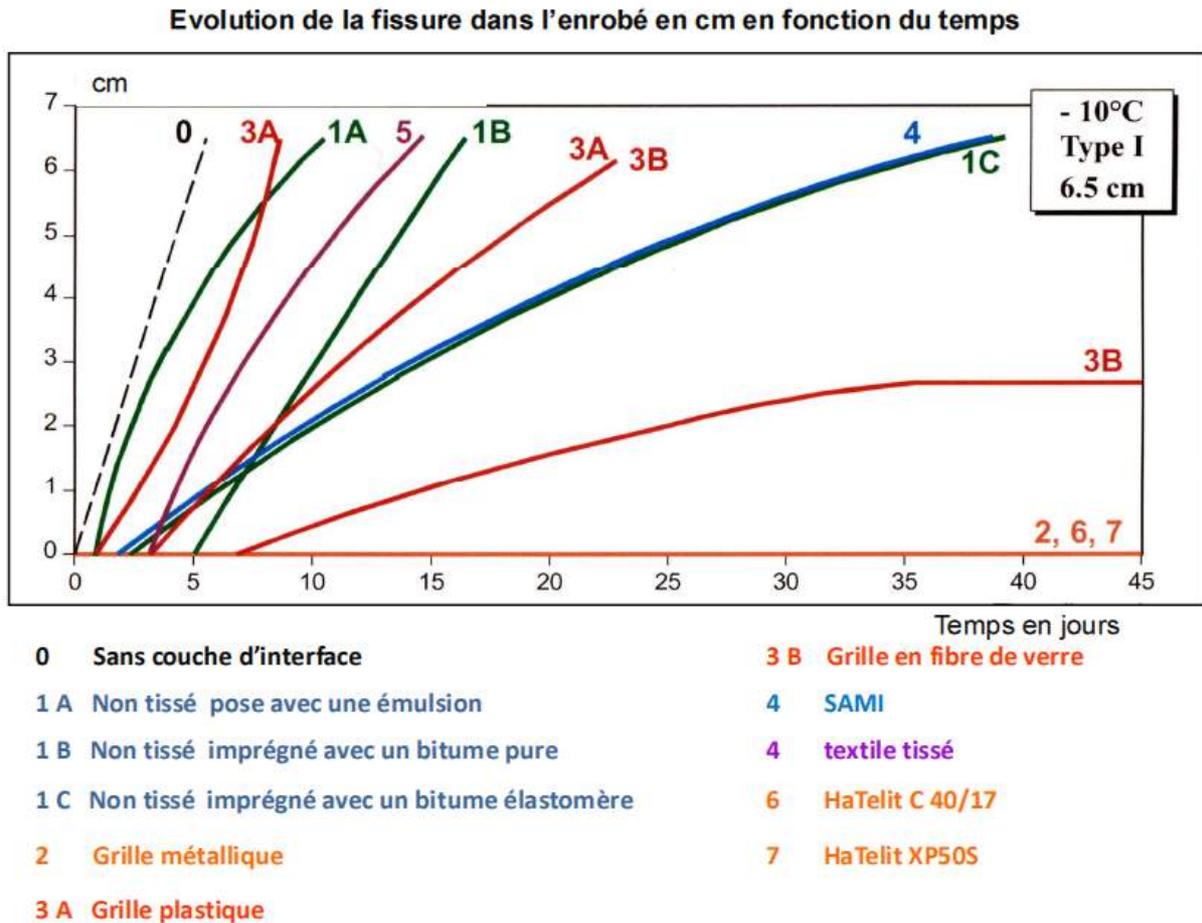
Figure 6. Illustration de l'appareil de test



Figure 7. Illustration d'un essai en cours

La grille a été installée sur 2 blocs béton avec une fissure de 4 mm au centre et est recouverte de 5 cm d'enrobé. La dilatation a été représentée par un cycle où l'ouverture de la fissure augmente de + 1 mm.

Pour les échantillons non renforcés, la remontée de la fissure est apparue dès les premiers cycles. Pour les échantillons renforcés avec notre grille, même après la clôture des essais (100 heures, environ 38 cycles) aucune fissure n'a atteint la surface (Figure 8).



CRR-OCW 18969/2

Figure 8. Exemple de test effectué sur différents produits.

5.Principe et résultats de l'essai de fatigue dynamique

5.1.Principe de l'essai

De nombreuses poutres de dimension 75 mm x 150 mm x 46 mm ont été confectionnées où des pré-fissures d'épaisseur variable (3mm, 6mm, 9mm) ont été simulées. Des échantillons renforcés ou non avec une grille, constituée de filaments de polyester à haute ténacité, enduite avec du bitume, maille de 40 x 40 et de résistance à la traction nominale 50 kN/m pour un allongement de 12 % ont été soumis à des contraintes dynamiques (vérin simulant en fonction de son positionnement, soit les sollicitations dues au cisaillement, soit les sollicitations due moment fléchissant) (Figure 9). Le critère de fin d'essai consiste à observer la propagation de la fissure sur la surface.

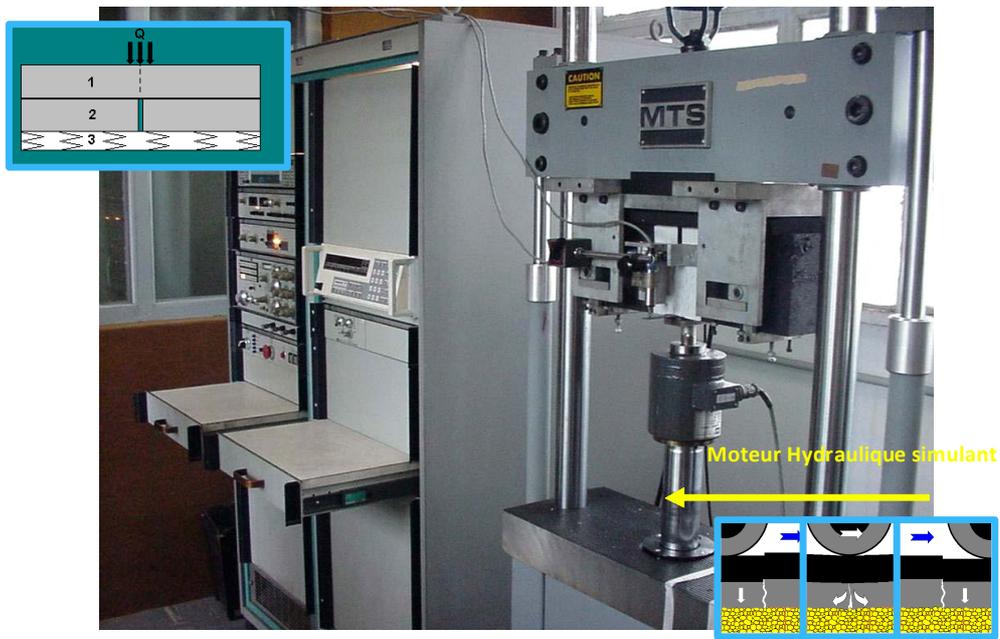
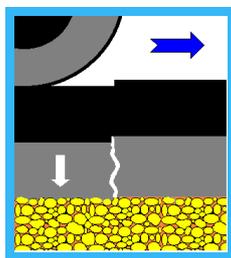


Figure 9. Détail de la poutre et des appareils de mesure.

5.2. Résultats des différents essais

Les résultats ont confirmé que la grille retardait de manière considérable la remontée des fissures. En comparaison avec les échantillons non renforcés, les sollicitations admissibles sont multipliées par un facteur 6. Les images de la remontée des fissures (Figure 10) illustrent de manière évidente la reprise des sollicitations par la grille de renforcement.



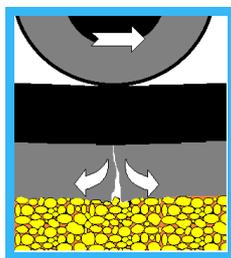
Sollicitation due au cisaillement



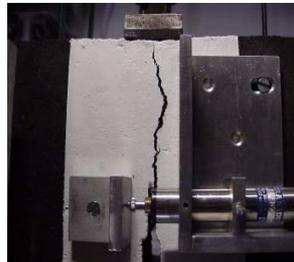
Échantillon non renforcé après 90 000 cycles



Échantillon renforcé après 570 000 cycles



Sollicitation due au moment fléchissant



Échantillon non renforcé après 80 000 cycles



Échantillon renforcé après 490 000 cycles

Figure 10. Exemple de résultats obtenus pour l'essai.

D'autres résultats ont été publiés par Bruhier et al. (2006).

6. Condition de mise en œuvre des grilles

Il est à noter que l'ensemble des résultats effectués ci-dessus sont des essais de laboratoire ne tenant pas compte des conditions de mise en œuvre.

Pour obtenir de telle performance, il est nécessaire que sur site :

- la mise en œuvre soit aisée pour l'entreprise (souplesse de la grille, pas d'effet de mémoire, largeur adéquate, pas d'effet secondaire dû à la pose,...),
- l'endommagement lors du compactage des différentes couches soit réduit au maximum. La perte due à l'endommagement entre deux produits pouvant être comparé selon la norme NF EN ISO 10722 ;
- l'ancrage de la grille puisse permettre de mobiliser sa résistance mécanique, ce qui nécessite en général une résistance au cisaillement selon le test dit « de Leuthner » d'au moins 20 kN pour l'interface grille / couche bitumineuse.

7. Fraisage et recyclage des grilles

Les préoccupations environnementales devenant de plus en plus importantes, se pose la question du fraisage des grilles et de leur recyclage. Pour répondre à ces questions, nous avons décidé de lancer un programme de recherche avec l'université RWTH de Aachen (Aix La Chapelle).

7.1 Site d'expérimentation

L'université RWTH de Aachen dispose d'une aire d'essai de 26 m de long et 1 m de large. Un « finisseur » posé sur rail permet de mettre en place les différentes couches d'enrobé, un compacteur vibreur compacte l'ensemble. Une fraiseuse de petite largeur a été utilisée.

Déroulement des opérations (Figure 11):



Mise en œuvre de la grille en polyester



Positionnement du « finisseur »



Mise en œuvre de la couche de roulement
(4 cm compacté)



Table vibrante du « finisseur »



Compactage



Vue d'ensemble de la planche de test

Figure 11. Préparation de la planche d'essai

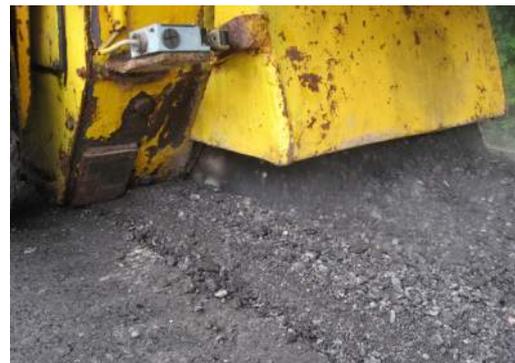
Dans un premier temps, le but de l'essai est d'analyser le comportement au fraisage de la grille de polyester. Dans un deuxième temps, il s'agit d'analyser la distribution, la grandeur des fibres résiduelles et la possibilité de recycler l'asphalte.

7.2 Déroulement du fraisage

La planche d'essai de 26 m de long a été divisée en deux sections identiques. Sur les premiers mètres (première section), la fraiseuse devait se situer quelques millimètres au dessus de la grille afin de la laisser intacte (Figure 12). L'idée fondamentale était de pouvoir laisser l'armature dans le corps de chaussée en cas de renouvellement de la couche de roulement.



Mise en place de la fraiseuse



Fraisage env. 1 cm au dessus de la grille

Figure 12. Fraisage de la planche d'essai

Résultat : bien que la grille ne soit recouverte que par quelques millimètres d'enrobé, la grille reste intacte et collée en tout point.

La deuxième section consistait à venir fraiser environ 1 cm sous le niveau de la grille en polyester, les dents de la fraise se situaient donc à environ 5 cm sous la surface. Après le fraisage, les dents de la fraise étaient examinées et presque aucune fibre ne s'était enroulée dans le tambour (Figure 13).

7.3 Analyse de la recyclabilité

Afin d'examiner la réutilisation de l'enrobé, deux éprouvettes (une de référence, une issue du recyclage) ont été testées selon la norme NF EN 12697 -34 : Méthode dite de Marshall. Aucune influence négative ne pouvait être établie sur la base des ces essais Marshall.

Tableau 1. Résultats des essais Marshall.

	Échantillon de référence	Échantillon avec les fibres du renforcement
Stabilité Marshall (F)	8,4 kN	8,5 kN
Fluage Marshall (S)	3,6 mm	4,3 mm



Dents au contact de la grille



Enrobé fraisé



Examen du tambour (pas de fibres)



Illustration des fibres résiduelles



Tamisage possible des fibres

Figure 13. Illustration du fraisage.

8. Conclusions

Après avoir rappelé le domaine d'utilisation, le retour d'expérience et les performances de la grille anti-fissure en polyester, un programme de recherche à l'université d'Aachen permet de démontrer :

- que le fraisage de cette grille en polyester peut être effectué sans aucune restriction,
- que la présence de fibre de polyester dans l'utilisation du mélange d'asphalte recyclé n'a pas montré d'effet négatif sur la qualité selon les essais Marshall.

L'utilisation adéquate de la grille HaTelit® C 40/17 pour renforcer les enrobés augmente de manière significative la durée de vie des enrobés et limite donc l'impact des réfections d'enrobés intempestives sur l'environnement. À cela s'ajoute sa capacité d'être recyclée.

9. Références bibliographiques

- Bruhier J., Nods M. (1997). Enrobé renforcé ou non par une géogridde en polyester : méthode de dimensionnement. Rencontres géosynthétiques 1997
- Bruhier J., Elsing A. (2006). Efficacité d'une grille en polyester en tant que système anti-remontés de fissures. Rencontres géosynthétiques 2006
- NF EN 12697-34/IN1 (2007). Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud - Partie 34 : essai Marshall
- RWTH University of Aachen (2008). Research of the milling behavior of HaTelit reinforced asphalt pavement. Rapport interne
- RWTH University of Aachen (2008). Untersuchung des Einflusses der Asphaltbewehrung HaTelit auf das Fräsverhalten von Asphalt. Rapport interne

