

GEOSYNTHETIQUES POUR LE RENFORCEMENT DES CHAUSSEES BITUMINEUSES

Eric ROQUEL ⁽¹⁾, Gwenaël LE GUERNEVEL ⁽¹⁾, Cédric SARBACH ⁽¹⁾

⁽¹⁾ AFITEXINOV, 13-15 rue Louis Blériot 28300 CHAMPHOL

Résumé

Au cours du temps, les structures des chaussées bitumineuses voient apparaître des fissures à leur surface. Ces fissures sont dues principalement à la fatigue liée au trafic routier plus intense chaque jour. Depuis les années 1930, des solutions existent pour renforcer ces chaussées, et augmenter leur durée de vie. Depuis peu, des grilles à base de fibres de verre permettent de ralentir la remontée des fissures, et d'augmenter la durée de vie des chaussées.

Mots-clefs

Chaussées, Renforcement, Géosynthétiques, Fibres de verre, Fatigue, Anti-remontée de fissures

1) INTRODUCTION

A la fin des années 1930, les chaussées ont commencé à être renforcées pour limiter la remontée de fissures et augmenter leur durée de vie. Cela a commencé aux USA avec des grillages métalliques pour renforcer les chaussées (cf. Fig.1.a). Dans les années 1960-1980 des géotextiles imprégnés ont fait leur apparition aux USA et en Europe. Ces géotextiles étaient fabriqués à base de non-tissé de 120-250 g/m² imprégnés avec un liant bitumineux jusqu'à 1000 g/m² (cf. Fig.1.b). Ces géotextiles ont fait l'objet, en France, d'une note SETRA (1997) et d'un guide STBA (1999). Depuis 1970, les géogrilles à base de verre, polymère, acier et les géocomposites sont de plus en plus utilisés dans le renforcement des chaussées, et l'expérience favorable aux USA sur les grilles de verre a fait l'objet d'un guide en 2009 (Guide Caltrans).

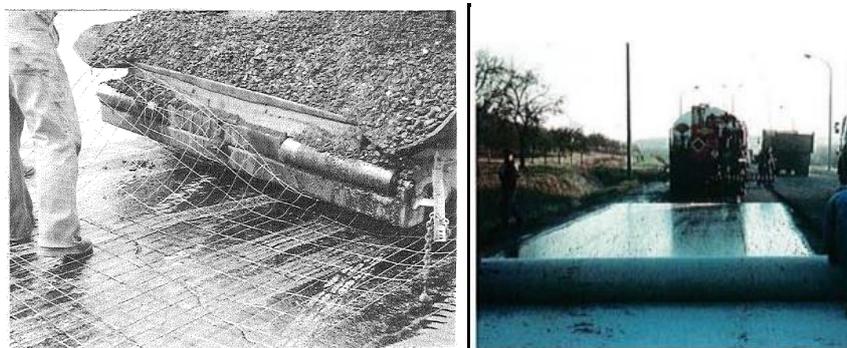


Figure 1. Photos : Williams, KY HW Materials Res. Lab., 1954 / Isted, 1987. Source : AFITEXINOV

Aujourd'hui, certaines technologies de transformation textile telle que le tricotage chaîne (warp-knitting) permettent de créer des nappes de haute résistance, qui fonctionnent comme des armatures pouvant reprendre de grands efforts de traction. La figure 2 présente un exemple de produit warp-knitting construit en grille avec fils de verre en chaîne et en trame. Ces nappes

associées au liant bitumineux, permettent de légers mouvements différentiels entre les couches, qui retarde ou arrête la propagation des fissures (cf. Fig.3).

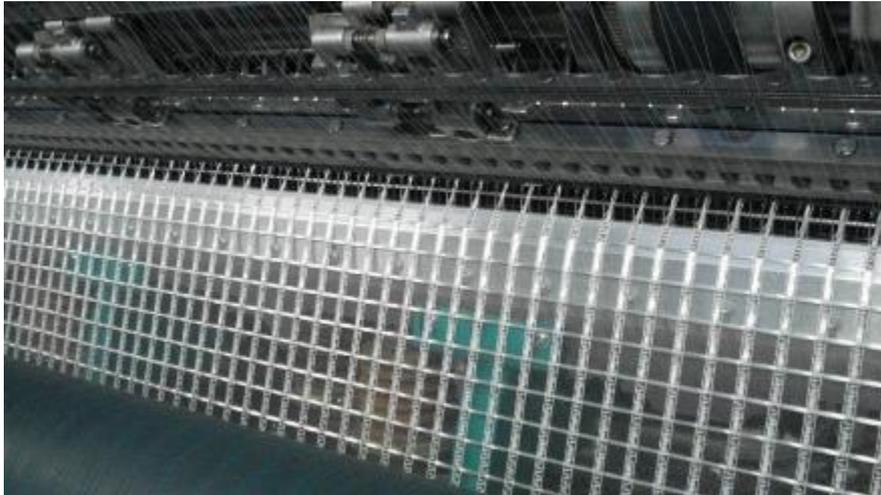


Figure 2. Exemple de produit warp knitting construit en grille avec fils de verre en chaîne et en trame – NOTEX® GLASS. Source : AFITEXINOV

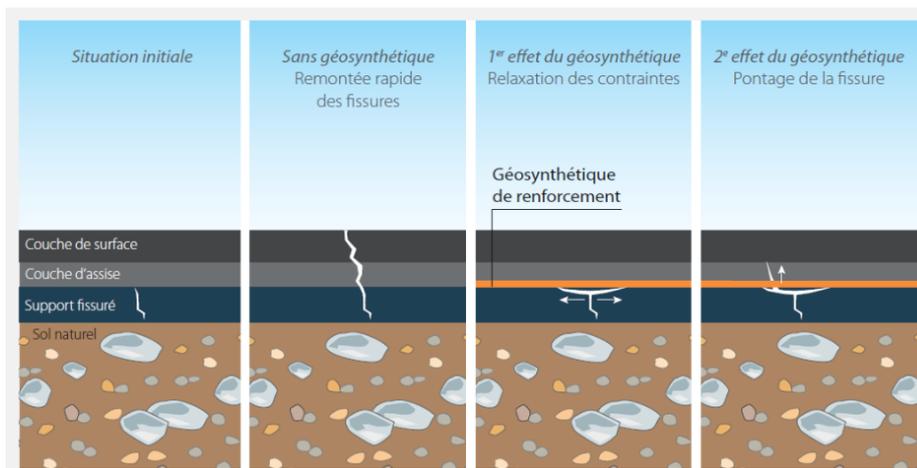


Figure 3. Principe de fonctionnement des géogrilles de renfort de chaussées. Source : AFITEXINOV

Pour s’assurer de l’efficacité de ces renforts, plusieurs normes nous permettent de vérifier les performances de ces produits.

2) VALIDATION DES PERFORMANCES

2.1. Validation des performances en fatigue

La méthode C de la norme EN 12697-24 définit les paramètres à utiliser pour vérifier les performances en fatigue de telles associations (cf. Fig.4.).



Figure 4. Eprouvette d'essai de fatigue. Flexion 3 points. Source : CIESM Intevia

La plupart des Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) demandent une amélioration de la durée de plus de 10%. Nous avons procédé à des tests de fatigue par le biais du laboratoire CIESM Intevia à MADRID (Espagne), dont les résultats sont présentés dans la figure 5.

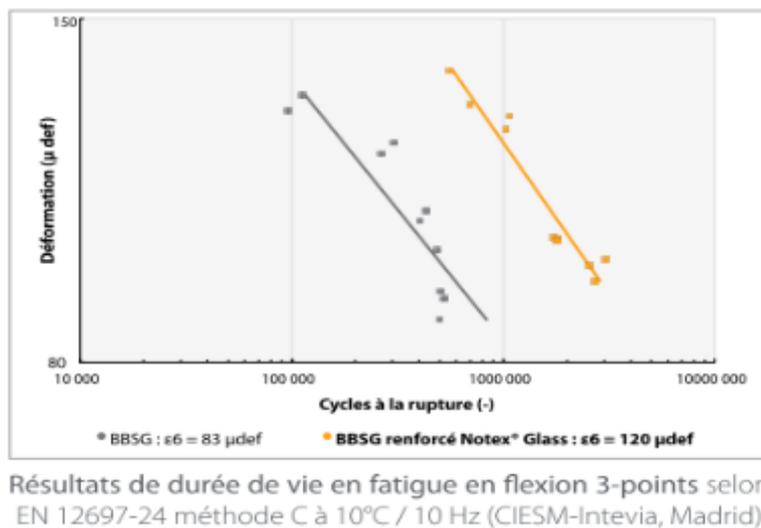


Figure 5. Courbe de l'évolution de ϵ_6 pour la durée de vie en fatigue. Source : CIESM Intevia

La résistance à la fatigue est le nombre de cycles correspondant au critère de rupture conventionnel dans les conditions d'essai normalisé. La valeur ϵ_6 représente le niveau de déformation appliqué qui engendre une durée de vie en fatigue de 1 million de cycles de chargement. C'est la valeur ϵ_6 qui est prise en compte lors du dimensionnement des chaussées.

Les résultats d'essais se présentent sous la forme de la droite de fatigue de pente p , qui permettent alors de remonter à la valeur de ϵ_6 . Le résultat en fatigue d'un BBSG renforcé avec une géogrille en fibres de verre montre une amélioration de la durée de vie en fatigue d'environ 45% par rapport à un BBSG classique.

2.2. Validation par essai de Retrait-Flexion

Un banc d'essai unique a été réalisé au CEREMA à Autun. Celui-ci permet de tester la vitesse de remontée de fissure dans 6 cm de Béton Bitumineux Semi-Grenu (BBSG), mais permet également de valider des structures différentes (avec 2 cm de sable enrobé ou un complexe anti-remonté de fissures) (cf. Fig.6).

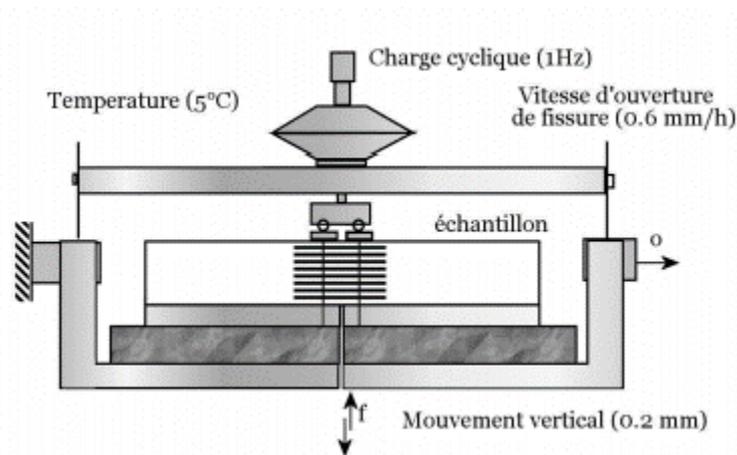
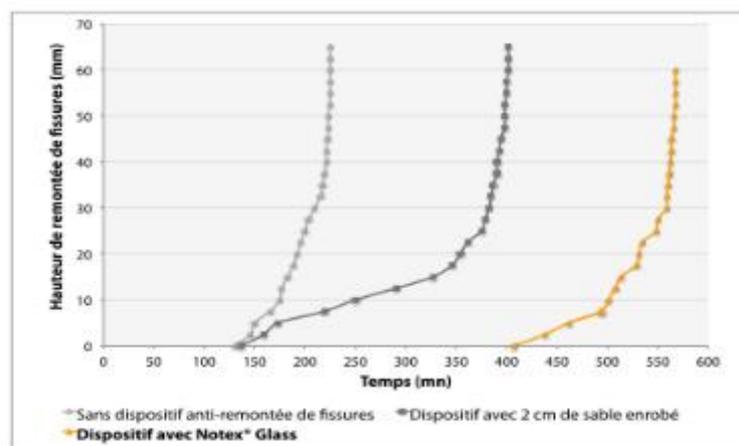


Figure 6. Dispositif de Retrait-Flexion du CEREMA Autun

Les CCTP demandant une remontée de fissure jusqu'à rupture de 460 minutes minimum, le complexe BBSG + Grille en fibres de verre a été comparé au complexe BBSG + 2cm sable enrobé et à 6cm de BBSG.

On observe sur la figure 7 les courbes de remontée de fissure en fonction du temps :



Résultats de remontée de fissures dans 6 cm de BBSG (*) à l'essai de retrait-flexion (Cerema, Autun)

(*) BBSG : Béton Bitumineux Semi-Grenu

Figure 7. Résultats de remontée de fissure. Source : CEREMA

Le temps de remontée de fissure est amélioré de 40% par rapport à un complexe composé de 2 cm de sable enrobé.

3) IMPORTANCE DU COLLAGE

Le collage des différentes couches constituant les chaussées revêt une grande importance. En effet, si le collage n'est pas réalisé correctement avec les bons dosages, les fissures vont apparaître plus rapidement. Il est d'autant plus important lorsqu'un géocomposite est présent dans la structure.

Il est possible d'optimiser le dosage via le couple géocomposite/émulsion d'accrochage, et sa quantification peut être réalisée grâce à l'essai Leutner, selon la norme EN 12697-48. Ce test consiste à réaliser un essai de cisaillement sur une carotte d'enrobé, afin de déterminer la force de rupture d'une interface collée (cf. Fig.8).

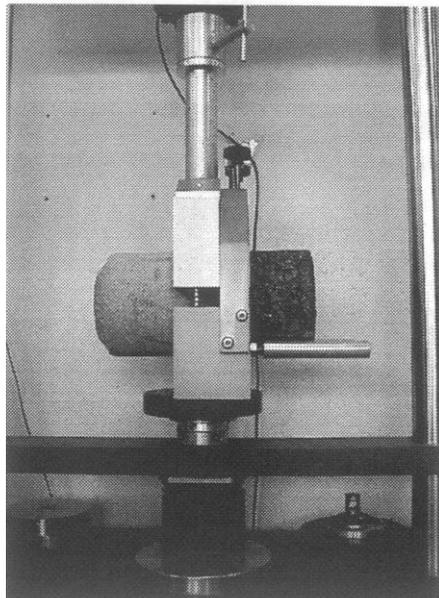


Figure 8. Shear Bond Test – Test essai Leutner

Les résultats s'expriment en MPa, et sont représentatifs de la quantité d'émulsion d'accrochage présente à l'interface (cf. Fig.9).



Figure 9. Résultat de l'essai Leutner.

La différence est faite entre un produit pré-imprégné ou non. Si la quantité d'émulsion est augmentée, la force de cisaillement augmente également. Une quantité identique entre un produit imprégné et un produit non imprégné n'aura pas la même résistance de cisaillement. En effet, le produit non imprégné va absorber une plus grande partie d'émulsion, ce qui ne

permettra pas d'assurer un bon collage. Dans ce cas-là, il faut augmenter le dosage de l'émulsion.

4) CONCLUSION

Les géogrilles en fibres de verre sont une technologie éprouvée pour ralentir la remontée des fissures dans les chaussées bitumineuses, et utilisée dans bon nombre de chaussées en France ou à l'étranger, comme par exemple sur la piste 2 de l'Aéroport de PARIS Roissy-CDG, l'Aéroport international de MOMBASA au Kenya ou encore la RN1 au Burkina-Faso.

Les performances peuvent être validées via les essais de Retrait-Flexion, mais ces performances ne pourront être atteintes qu'avec un bon collage.



Figure 10. Photo : Manuel LAGOS, Réhabilitation de la piste 2 de l'aéroport de PARIS ROISSY-CHARLES DE GAULLE, 2016. Source : COLAS Ile de France-Normandie



Figure 11. Photos : (gauche) Cédric SARBACH, Réhabilitation de la piste de l'aéroport International de MOMBASA, 2019 – (droite) Patrick DAHAN, Renforcement de la RN1 au BURKINA FASO, 2014. SOURCE : AFITEXINOV

6) REFERENCES

AFNOR (2018). NF EN 12967-24. *Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud - Partie 24: résistance à la fatigue, Méthode C*. Juin 2018.

AFNOR (2018). NF EN 12697-48. *Mélanges bitumineux - Méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud - Partie 48: liaisons intercouches*. Juin 2018.

Caltrans division of maintenance (2009). *Flexible pavement preservation, Chapter 12- Interlayers, 2nd edition, MTAG Vol. 1*, Janvier 2009.

Service Technique des Bases Aériennes STBA (1999), *Techniques anti-remontées des fissures – Guide d'emploi en chaussées aéronautiques*. Avril 1997.

SETRA (1997). Note d'information, *Systèmes limitant la remontée des fissures transversales de retrait hydraulique*. Avril 1997.