

COLOMBIER, G., ASTESAN, A. and GOUACOLOU, H.
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées, Autun, France

Using a Geotextile to Prevent Shrinkage Crack of Rigid Pavements

Utilisation de géotextiles pour éviter la remontée des fissures des chaussées à assises rigides

ABSTRACT

In order to prevent the propagation of the shrinkage cracks of the road courses treated with hydraulic binders in the wearing courses made in bituminous concrete, a geotextile impregnated with bitumen was inserted between the cracked course and wearing course.

Five experimental fields corresponding to various climates and traffics were attended since 1977. The results seen on the fields were completed by laboratory trials.

The conclusion at the present time is that the crack propagation is in fact at least one year belated. Inversely if the geotextile does not suit perfectly well, because too compressible, the wearing course is abnormally acted upon then fatigue accelerates the damages. Additional studies are going to be carried out in order to develop a geotextile corresponding to the problem to be solved and to define nature and proportions of the impregnation bituminous binder

RESUME

Pour éviter la remontée de fissures de retrait thermique d'assises de chaussées traitées par des liants hydrauliques dans les couches de roulement en béton bitumineux, on a interposé entre la couche fissurée et la couche de roulement un géotextile imprégné de bitume.

Cinq chantiers expérimentaux correspondant à des climats et des trafics différents ont été suivis depuis 1977. Les constatations faites sur chantier ont été complétées par des essais en laboratoire.

La conclusion actuelle est que cette méthode retarde effectivement la remontée des fissures au minimum de 1 an. Par contre si le géotextile est mal choisi (trop compressible) la couche de roulement est anormalement sollicitée et sa dégradation par fatigue est accélérée. Des études complémentaires sont à faire pour mettre au point un géotextile adapté au problème à résoudre et pour définir la nature et le dosage du liant bitumineux d'imprégnation.

1 - INTRODUCTION

La France utilise dans une proportion importante pour la construction et le renforcement de ses routes les plus circulées, des assises en granulats traités par des liants hydrauliques ou pouzzolaniques recouvertes par une couche de roulement en béton bitumineux. Ces assises rigides à modules d'élasticité élevés sont le siège d'une fissuration de retrait thermique systématique et inéluçable pour le climat français.

Sur un plan mécanique l'effet nocif de cette fissuration est pris en compte dans le dimensionnement.

Ces fissures se transmettent à la surface de la chaussée d'autant plus vite que l'épaisseur de la couche de roulement est plus faible. Leur apparition à la surface de la chaussée est une cause de la pénétration d'eau dans le corps de la chaussée; elle entraîne quelquefois des dégradations du béton bitumineux.

Pour les routes importantes, l'entretien consiste soit à boucher les fissures par un produit adapté soit à réaliser une nouvelle couche de roulement.

Compte tenu de l'importance du problème pour la France, la mise au point de techniques permettant d'éviter ou de retarder l'apparition en surface de ces fissures de retrait a fait l'objet de nombreuses recherches. Les études ont porté sur la modification de la composition du béton bitumineux, sur l'interposition de membranes, sur la désolidarisation de la couche de roulement au droit de la fissure etc.. Parmi toutes ces techniques, l'interposition entre la couche fissurée et la couche de roulement d'un géotextile imprégné de bitume a fait l'objet des essais les plus importants.

2 - FONCTIONNEMENT DES STRUCTURES PARTIELLEMENT FISSUREES

2.1. PROCESSUS DE REMONTEE DES FISSURES

Le mécanisme de propagation des fissures transversales de retrait des chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques est fortement régi par la nature des liaisons à l'interface couche fissurée couche supérieure.

Le schéma de la figure 1 présente les divers cheminement rencontrés.

Le point de départ est la fissuration de la couche de base. Ensuite sous l'action conjuguée des sollicitations d'origine thermique et du trafic, la fissuration peut se développer soit directement vers la surface et aboutir à une structure fissurée avec interface collée, soit au niveau de l'interface. Il y a alors décollement des couches et un processus de fatigue par flexion de la couche de roulement au cours duquel prend naissance une nouvelle phase de propagation verticale.

Un tel scénario conduit à une structure fissurée avec destruction des liaisons à l'interface.

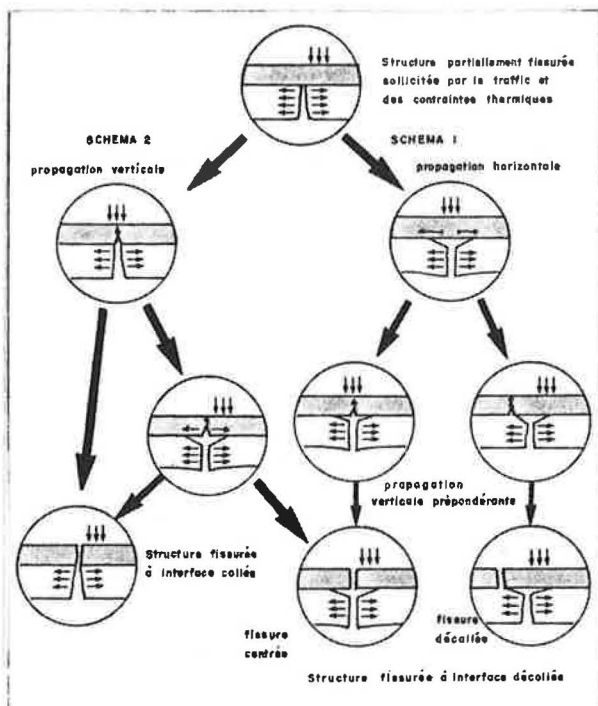


Fig. 1 Mécanisme de fissuration d'une structure de chaussée : cheminement types.

. viser le cheminement de la fissure le plus long possible en privilégiant une propagation horizontale à l'interface.

. freiner la propagation verticale en interposant un matériau, soit très difficilement fissurable, soit qui découple les deux couches de manière à stopper la fissure en cours.

Dans presque tous les cas une phase d'initialisation de fissure, en principe relativement longue, est introduite dans le processus.

La technique d'interposition d'un complexe (géotextile + liant) dont le module d'élasticité est inférieur à celui des couches de la chaussée répond assez bien à ces critères. La propagation horizontale est privilégiée dans la mesure où l'anisotropie du matériau conduit à un rapport $G_H / R_H > G_V / R_V$ dû à l'amélioration de la résistance à la propagation verticale dans le géotextile alors que les liaisons interfaciales sont inchangées. La petitesse relative du module d'élasticité assure bien une désolidarisation puisque la force G_V tendant à propager la fissure verticale dans la couche de roulement est d'autant plus faible que le complexe est souple.

Quel que soit le procédé utilisé, il ne doit pas mettre en cause la pérennité de la structure sous les sollicitations du trafic. C'est ainsi que l'efficacité d'un découplage par l'introduction d'un matériau de faible module doit être limitée pour éviter une trop grande fatigue par flexion de la couche de roulement.

3 - LES EXPERIMENTATIONS SUR CHAUSSEES

Des expérimentations d'interposition de géotextile entre la couche fissurée ou susceptible de se fissurer et la couche de roulement ont été entreprises dès 1977.

Les chantiers réalisés ont précédé les études en laboratoire car :

. Le problème important pour la France devait être résolu rapidement et la réalisation d'expérimentations précoces permettait de gagner plusieurs années pour le suivi du comportement sur site.

. Les expériences permettaient de mieux cerner les paramètres à étudier en laboratoire.

3.1. DESCRIPTION DES EXPERIMENTATIONS

Parmi tous les chantiers réalisés, cinq ont fait l'objet d'expérimentations précises. Les chantiers expérimentaux ont été réalisés en deux temps :

. des chantiers préliminaires (1977) ont permis de définir les problèmes de mise en oeuvre des géotextiles sur chaussées (chantiers RN 79 et RN 80)

. les expérimentations (1978) sur trois sites choisis en fonction de leur diversité (trafic moyen et hiver rigoureux, trafic lourd et hiver rigoureux, trafic lourd et hiver moyen) : ce sont les chantiers CD 978, RN 4, RN 10 .

Tous ces chantiers sont définis dans le tableau 1

2.2. MODELISATION DU MECANISME DE PROPAGATION

Les concepts de la mécanique de la rupture permettent de décrire ce mécanisme de propagation et d'évaluer l'influence des paramètres qui gouvernent le processus. La notion de force d'extension de fissure permet de quantifier les efforts qui tendent à propager une fissure dans une direction donnée.

Une fissure ayant atteint l'interface couche de base - couche de roulement peut se propager verticalement ou horizontalement sous l'effet de sollicitations d'origine thermique - G et R étant respectivement la force d'extension de fissure et la résistance à la fissuration dans une direction donnée, la direction de propagation privilégiée sera celle qui présente le rapport G/R le plus élevé.

Le temps de remontée de la fissure en surface est fonction de la longueur du cheminement de cette fissure.

2.3. INCIDENCE D'UNE MODIFICATION D'INTERFACE

Plusieurs voies permettent un accroissement du temps de remontée de la fissuration :

Tableau 1 - Caractéristiques des chantiers expérimentaux

Nature et date du chantier	Longueur de l'essai	Géotextiles utilisés	Dosage en émulsion de bitume à 60 %	Couche de roulement sur géotextile
RN 79 Chaussée neuve Juillet 1977	480 m	Bidim U 24 Bidim U 34	0,750 Kg/m ² 1 kg/m ²	Béton bitumineux 0/10 mm épaisseur 6 cm
RN 80 Renforcement Septembre 1977	350 m	Bidim U 34 (270g/m ²)	0,440 Kg/m ²	Béton bitumineux 0/10 ou 0/14 mm épaisseur 6cm et 9cm
CD 978 Renforcement Eté 1978	300 m	Bidim U 24 Bidim U 44 (340g/m ²)	1,250 Kg/m ² 2 Kg/m ²	Béton bitumineux 0/10 mm épaisseur 6 cm
RN 4 Renforcement Novembre 1978	600 m sur 1/2 chaussée	Bidim U 24 (210g/m ²) Terram (210g/m ²)	variable 1,2 à 1,8 Kg/m ²	Béton bitumineux 0/14 mm épaisseur 7 cm
RN 10 Renforcement Novembre 1978	550 m	Bidim U 24 (210g/m ²) Bidim U 34	1,2 Kg/m ² 1,2 Kg/m ²	Béton bitumineux 0/14 mm épaisseur 8 cm

3.2. CONSTATATIONS A LA MISE EN OEUVRE DU GEOTEXTILE

La mise en oeuvre manuelle du géotextile (les expérimentations étant trop restreintes pour justifier un matériel spécialisé) a quelquefois provoqué une insuffisance de la mise en tension de la nappe de géotextile : difficultés de guidage, tendance à la formation de plis entraînant la réalisation de joints avec recouvrement après découpe (figure 2). Il faut rappeler que les chantiers réalisés sont des chantiers de renforcement sans interruption de la circulation.

Le géotextile a été mis en place après répandage sur la chaussée d'une couche d'émulsion (de l'ordre de 1,2 à 1,4 kg/m² d'émulsion à 60 % de bitume pour un géotextile de 210 g/m². Pour une partie du chantier de la RN 4, le dosage a été porté à 1,8 kg/m² d'émulsion. Dans ce cas le liant a traversé le matériau sous la pression des pneumatiques des camions approvisionnant le chantier. Ceci a provoqué un collage de la nappe aux pneumatiques qui a été réduit par le jet de pelletées d'enrobé dans les traces du véhicule.

Dans tous les autres cas la réalisation du chantier n'a pas posé de problèmes particuliers et la circulation s'est faite sans incident sur le géotextile.(Fig. 3)



4 - BILAN DES EXPERIMENTATIONS

4.1. CONSTATATIONS IN SITU

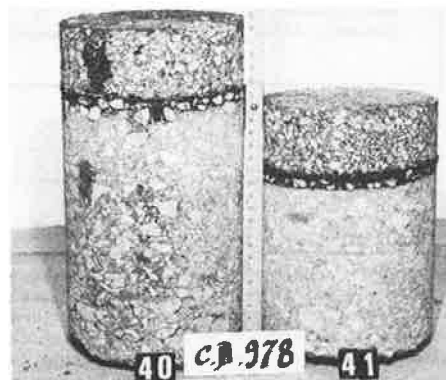
Préalablement à la réalisation des expérimentations d'interposition de géotextile, un relevé précis des caractéristiques mécaniques des zones a été entrepris; position et forme des fissures, mesures de battements des lèvres des fissures, mesures de déflexion.

Ce point zéro a permis de constater que l'interposition de géotextile de type Terram ou Bidim (210 g/m²) ne majore pas significativement les déflexions pour des épaisseurs de béton bitumineux de 6 à 8cm. Seuls des essais en laboratoire peuvent permettre d'évaluer les différences apportées par cette interposition.

La réalisation de carottages a permis de constater que le géotextile était presque toujours imprégné par le bitume : ramollissement du bitume de l'émulsion par la chaleur à la pose de l'enrobé et sans doute diffusion du bitume de ce dernier dans le géotextile.

En général, le géotextile adhère bien à la nouvelle couche d'enrobé. Le collage avec l'ancienne chaussée est plus difficile à évaluer; l'opération de carottage introduisant des efforts de cisaillement non négligeables.

Sur le chantier de la RN 4, il apparaît que des dosages en bitume supérieurs ou égaux à 0,8 Kg/m² conduisent à une liaison résistante au carottage (Fig. 4) Dans ce cas, le géotextile a été placé entre la couche de roulement d'origine dans laquelle la fissuration de la couche de base était remontée et la couche de roulement d'entretien.



Sur le chantier du CD 978, un bon collage est obtenu par un dosage en bitume de 1,2 Kg/m². Dans ce cas, le géotextile a été placé entre la couche de base et la couche de roulement. (Fig.5)

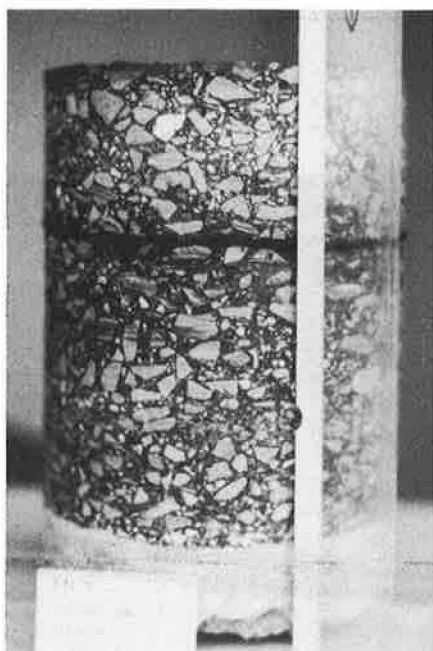
Le suivi dans le temps des diverses expérimentations, à l'exception des deux premières réalisées en 1977 et ayant servi de mise au point, permet de dégager les tendances provisoires suivantes 3 ans après la mise en oeuvre.

L'interposition de géotextile conduit à différer systématiquement l'apparition des fissures en surface au minimum de 6 mois à 1 an par rapport aux zones non traitées.

Les fissures réapparaissant à travers le géotextile intéressent rarement toute la largeur de la chaussée, elles se produisent le plus souvent uniquement sous les bandes de roulement de la circulation.

Les fissures réapparaissent d'autant plus facilement que le géotextile utilisé est épais et compressible et que la couche de béton bitumineux est mince. Sur la RN4, aucune fissure n'est apparue après 3 ans et demi sur la section traitée au Terram alors que les zones non traitées sont fissurées. Les fissures apparaissent plus vite à travers le Bidim U 44 (340 g/m²) que sur les zones traitées au Bidim U 24 (210 g/m²).

Les fissures réapparaissent en surface sont diffuses et ramifiées dans les zones où un géotextile a été interposé sous la couche de béton bitumineux (Fig. 6) Elles sont nettes et franches dans les zones témoins non traitées (Fig. 7)



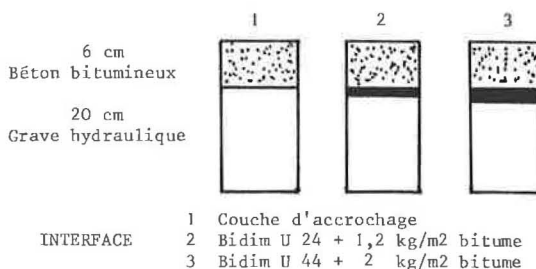
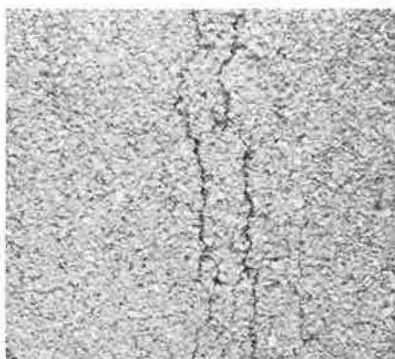


Fig. 8 : Carottages Ø 150 mm réalisés sur le CD 978

Ces échantillons ont été soumis à un essai de compression axiale à une température de 20 °C. Pour une pression de 100 Pa, les déformations mesurées sont les suivantes :

7 µm	pour l'échantillon témoin N° 1
40 µm	" " N° 2 (bidim U 24)
70 µm	" " N° 3 (bidim U 44)

Les modules de déformations correspondants sont :

700 M Pa	pour le témoin
80 M Pa	pour l'échantillon avec bidim U 24
50 M Pa	" " " " U 44

L'interposition sous la couche de roulement d'un géotextile imprégné de bitume revient donc à ajouter une couche à très faible module de déformation en compression. Ce module est d'autant plus faible que le géotextile est compressible. Il dépend aussi du pourcentage de remplissage des vides du géotextile par le bitume d'imprégnation et des caractéristiques du bitume.

La déformation en compression du géotextile se traduit par une augmentation des contraintes d'élongation par flexion à la base de la couche de roulement, ce qui a un effet négatif sur la tenue en fatigue de cette couche de roulement.

5 - CONCLUSIONS - PERSPECTIVES

L'utilisation de plus en plus importante d'assises de chaussées en matériaux traités aux liants hydrauliques sur les routes françaises les plus circulées a conduit à de nombreuses expérimentations pour éviter que se propagent en surface les fissures de retrait thermique inévitables avec de tels matériaux.

L'interposition entre la couche fissurée et la couche de roulement d'un géotextile imprégné de bitume a donné lieu à de nombreuses expérimentations car cette solution trouve des justifications théoriques.

Les chantiers réalisés ont montré qu'un bon collage du géotextile à la fois à la couche inférieure et à la couche de roulement pouvait être obtenu par un dosage en bitume de 1 kg/m² avec un géotextile d'un gramme voisin de 200 g/m².

Les quelques difficultés de mise en oeuvre rencontrées devraient être résolues par la mécanisation de la pose du géotextile, ce qui par ailleurs réduira les coûts.

4.2. ESSAIS REALISES EN LABORATOIRE

Compte tenu des constatations faites in situ sur les chantiers expérimentaux, des carottages ont été réalisés sur le CD 978 afin d'effectuer des essais complémentaires. Les essais ont été faits sur trois types d'échantillon :

- . Carottage réalisé dans une zone témoin sans géotextile
- . Carottage réalisé dans une zone traitée avec bidim U 24
- . Carottage réalisé dans une zone traitée avec bidim U 34

L'efficacité de l'interposition d'un géotextile sur la vitesse de remontée des fissures est prouvée. Le recul insuffisant que nous avons actuellement sur les chantiers expérimentaux ne permet pas de dire de combien pourrait être retardée cette remontée de fissure dans le cas le plus favorable.

Il est indispensable d'utiliser un géotextile peu compressible sous peine de voir apparaître à la base de la couche de béton bitumineux des déformations anormales qui diminuent fortement la tenue en fatigue du béton bitumineux et rendent le traitement plus nocif qu'utile.

Il est donc maintenant nécessaire de poursuivre les essais et expérimentations pour :

. Mettre au point un géotextile bien adapté au problème à régler. Ce produit devra être peu compressible sans être trop rigide pour ne pas rendre sa mise en oeuvre difficile. Il devra en outre avoir une bonne compatibilité avec le bitume et résister aux températures de mise en oeuvre des enrobés bitumineux.

. Mieux définir les dosages et la nature des liants bitumineux à utiliser pour le collage.

Une méthode d'étude par simulation du trafic en laboratoire sur des plaques de faible dimension a été mise au point. Elle permettra d'étudier la variation de nombreux paramètres dans un délai suffisamment court.

Les constatations faites à plus long terme sur des chantiers expérimentaux qui seront réalisés avec des produits bien adaptés, devraient montrer si le retard obtenu dans la remontée en surface des fissures justifie le coût de l'interposition d'un géotextile entre les couches de roulement et les assises traitées aux liants hydrauliques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- . E. Leflaive, " les géotextiles ", Revue des Ponts et Chaussées et des Mines, Paris, Décembre 1978.
- . " Membrane Used Under asphalt Surface ", Highway and Heavy Construction, Octobre 1979.
- . E. Leflaive, " Domaines nouveaux d'application des géotextiles ", Matériaux de Construction, Paris, Juillet 1981.
- . J.P. Giroud, " Géotextile reinforced impaved road design ", Journal of Ingeneer, Septembre 1981
- . H. Liebowitz, Fracture, tome II
- . G.C.Sils and H. Liebowitz, Mathematical theories of brittle fracture
- . Irwin, Theory of fracture
- . J.N. Goodier, Mathematical theory of equilibrium cracks
- . Marchand and Goacolou, " Cracking in Wearing Courses ", Design of Asphalt Pavements, 5th international conference on the structural.