



NOTE D'INFORMATION

CHAUSSÉES
DÉPENDANCES

57

Auteur : SETRA - CSTR - LPC

Editeur : SETRA

TECHNIQUES POUR LIMITER LA REMONTÉE DES FISSURES A LA SURFACE DES CHAUSSÉES SEMI-RIGIDES (A COUCHE DE BASE TRAITÉE AUX LIANTS HYDRAULIQUES) MARS 1990

Les procédés pour combattre la fissuration des structures de chaussées à couche de base traitée aux liants hydrauliques font l'objet d'études et d'expérimentations. Cette note fait le point sur la question et indique l'efficacité comparée de ces procédés, les essais permettant de les caractériser et propose des modes d'utilisation. Elle ne concerne pas les chaussées à couche de base en enrobés bitumineux, notamment les structures mixtes.

INTRODUCTION

La fissuration de retrait des matériaux d'assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques est un phénomène inévitable.

Le plus souvent, lorsque les règles de l'art sont respectées (cf. note d'information n° 55), les fissures sont fines et nettes lorsqu'elles apparaissent à la surface de la chaussée ; elles sont alors admises comme une évolution normale de ces chaussées.

L'existence de fissures dans l'assise de la chaussée et leur transmission à la couche de roulement ont sur le comportement global de la chaussée des conséquences directes et indirectes.

Les conséquences directes de la fissuration de l'assise et leur influence sur la durée de vie de la structure des chaussées semi-rigides ont été prises en compte dans les catalogues et méthodes de dimensionnement.

De ce point de vue une fissuration normale est admissible pour les chaussées semi-rigides.

En revanche, les aspects indirects liés à l'apparition des fissures en surface sont moins bien maîtrisés et

c'est sur eux que se concentrent les préoccupations des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage ; en particulier pour des trafics importants il peut y avoir évolution des fissures et l'exécution des colmatages peut conduire lors des travaux à une gêne à l'usager assez mal ressentie. De même les colmatages peuvent, mal réalisés, entraîner une dégradation de l'esthétique du revêtement.

Il a donc paru utile d'étudier des procédés pour limiter la remontée de ces fissures à la surface des chaussées et d'éviter ainsi les travaux de colmatage.

OBJET DE LA NOTE D'INFORMATION

Pour limiter les conséquences dommageables de la fissuration de retrait des chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques, on peut agir à plusieurs niveaux :

- a) en limitant la fissuration de la ou des couches traitées par un liant hydraulique.
- b) en ralentissant ou en empêchant la remontée des fissures de l'assise à travers la couche de roulement jusqu'à la surface de la chaussée.

c) en traitant les fissures apparues en surface pour les rendre étanches et éviter la dégradation de la couche de roulement à leur voisinage.

Le point des connaissances actuelles sur les méthodes, procédés ou techniques relatives aux actions de type a et c font l'objet de notes d'information spécifiques.

La présente note ne concerne que les différents procédés qui visent à ralentir ou à empêcher la remontée des fissures de l'assise à travers la couche de roulement jusqu'à la surface de la chaussée. On peut considérer deux grandes familles de procédés utilisables seules ou combinées :

- la préfissuration qui a pour but de maîtriser le pas de fissuration et d'obtenir des fissures plus nettes et plus fines.
- des couches supérieures anti-fissures spécifiques qui ont pour but de ralentir la remontée des fissures et de leur assurer une meilleure tenue :
 - colmatage avant enrobé ou enduit ;
 - enrobés bicouches ;
 - enduits épais sous enrobés ;
 - géotextiles imprégnés de liants bitumineux ;
 - géogrilles...

Cette note fait le point des connaissances sur ces procédés et essaie de définir leurs domaines d'emploi potentiels.

OBJECTIFS DES MAITRES D'ŒUVRE

Selon les contraintes des maîtres d'œuvre, trois buts peuvent être visés :

- soit ne plus avoir de fissures visibles en surface, c'est le cas si ces fissures sont localement mal ressenties en particulier par les maîtres d'ouvrage ;
- soit admettre la remontée des fissures et leur colmatage avant un renouvellement normal de la couche de roulement ;
- soit limiter la remontée des fissures en surface et freiner leur évolution afin de ne pas effectuer de travaux de colmatage avant le renouvellement normal de la couche de roulement pour d'autres causes : complément de structure, régénération des qualités de surface... C'est dans ce dernier objectif que cette note est rédigée.

LE POINT SUR LES PROCÉDES ACTUELLEMENT ETUDIÉS

Les essais et expérimentations réalisés à ce jour en laboratoire et sur chantier permettent de tirer les conclusions suivantes et rappelées dans les tableaux 1 et 2.

TABLEAU 1	TECHNIQUES	RESULTATS A CE JOUR	PERSPECTIVES ET UTILISATIONS POSSIBLES - CHAUSSEES A COUCHE DE BASE TRAITÉE AUX LIANTS HYDRAULIQUES
PREFISSURATION	Création dans le matériau compacté ou non d'une discontinuité matérialisée ou non à l'aide d'émulsion, de sable, de profilé. La discontinuité doit se transformer ultérieurement en fissures.	Les chantiers expérimentaux réalisés montrent une création de fissures au niveau de la discontinuité, les fissures étant plus rectilignes. En rapprochant les discontinuités (à moins de 3 m par exemple) et si le matériau est collé convenablement sur le support, les fissures sont fines.	Les moyens sont opérationnels ; si les résultats des chantiers réalisés le confirment, la technique doit permettre de s'affranchir du traitement spécifique des fissures par colmatage ultérieur selon le trafic : si $T \geq T_0$: associé à un complexe anti-fissure très efficace si $T_2 < T \leq T_1$: associé à un complexe anti-fissure moyennement efficace si $T \leq T_2$: seule
SCIAGE	Création par sciage, d'amorce de fissures, après prise du matériau mais avant la fissuration naturelle par retrait hydraulique	Très favorable sur des chantiers de béton compacté, seuls chantiers où le procédé a été expérimenté	Permet d'obtenir des joints comparables aux joints sur béton penvibré. (La pré-fissuration peut conduire à un résultat comparable).

NOTA. - Un bon accrochage de la couche à préfissurer, avec la couche inférieure doit être particulièrement recherché.

TABLEAU 2	DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE (à titre indicatif)	RESULTATS A CE JOUR	PERSPECTIVES ET UTILISATIONS POSSIBLES - CHAUSSEES A COUCHE DE BASE TRAITEE AUX LIANTS HYDRAULIQUES
ENROBES BICOUCHES	Sable 0/4 mm à 9 ou 10 % de bitume (éventuellement modifié) : 1,5 à 2 cm. Béton bitumineux classique 4 à 6 cm ou plus (éventuellement bitume modifié).	Remontée lente de fissures en surface, même sous fort trafic, tolérable jusqu'à l'entretien suivant, sans colmatage.	Technique opérationnelle ; si $T > T1$: en associant la préfissuration si $T \leq T1$: seule. Les complexes doivent être étudiés pour éviter tout risque d'orniéage.
ENDUITS EPAIS + BETONS BITUMINEUX	Membrane en bitume élastomère ou caoutchouc (2 à 3 kg/m ²) + BB classique.	Peu favorables sur les chantiers réalisés (dans des conditions spécifiques). Favorable en laboratoire.	Ces techniques méritent un nouvel examen : - liant à optimiser - surtout règles de l'art de l'application à affiner et à respecter.
ENDUITS EPAIS SEULS	Membrane en bitume élastomère (2 à 3 kg/m ²) gravillonnée.	id.	id.
GEOTEXTILES IMPREGNES DE LIANTS BITUMINEUX + BETON BITUMINEUX	Collage à l'aide d'un liant en excès d'un géotextile sur le support puis BB classique.	A ce jour, avec les techniques testées sur les chantiers les plus anciens, la remontée des fissures a été pratiquement aussi rapide qu'avec un BB seul mais les fissures remontées se dégradent moins ; l'étanchéité est maintenue par le géotextile.	La technique nécessite une optimisation : - les produits ont récemment été optimisés en laboratoire (choix des liants (modifiés...), des géotextiles...). - les règles de l'art de l'application sont à préciser et surtout à bien respecter sur chantiers (joints).
GEOTEXTILES IMPREGNES DE LIANTS BITUMINEUX + ENDUIT	Collage à l'aide d'un liant (bitume éventuellement élastomère) en excès d'un géotextile sur le support puis enduit.	Cette technique conduit à une préservation de l'imperméabilité et de la continuité de la surface (*).	Utilisable pour des trafics $\leq T2$ en respectant évidemment les règles de l'art des techniques déjà testées positivement.
PONTAGE PREALABLE PAR LIANTS BITUMINEUX + BB OU ENDUIT	Scellement par pontage des fissures puis BB ou enduit.	Remontée assez lente des fissures en surface. Apparition localisée de déformations au droit des fissures.	Technique opérationnelle. Avant enrobé d'entretien si $T < T1$. Les règles de l'art doivent être particulièrement suivies, en particulier pour éviter le collage aux pneumatiques des scellements lors de l'application de l'enrobé.
GEOGRILLES IMPREGNEES DE LIANTS BITUMINEUX + BETON BITUMINEUX	Collage à l'aide d'un liant en excès d'une géo grille puis BB classique.	Plutôt négatif.	A réétudier cas par cas.
PONTAGE PAR BANDES PREFABRIQUEES	Pontage de la fissure par bandes préfabriquées, collées.	A ce jour négatif (souvent 2 fissures au lieu d'une).	

(*) ARMACO procédé COCHERY-BOURDIN-CHAUSSE de ce type a fait l'objet d'une distinction dans le cadre du concours des techniques innovantes de la Direction des Routes.

BB : béton bitumineux.

NOTA. - Les procédés doivent faire l'objet d'une analyse préalable précise en laboratoire et un suivi particulier des chantiers.

Préfissuration (*)

Différents procédés de préfissuration sont proposés par les entreprises. On peut citer par exemple pour la préfissuration (réalisée dans le matériau avant la prise) :

- le procédé VIAFRANCE à l'aide d'un petit compacteur équipé d'une lame ;
- le procédé SETEC SACER à l'aide d'une machine spécifique incorporant un profilé au niveau de la fissure ; il est à noter que ce procédé a fait l'objet d'une distinction dans le cadre du concours des techniques innovantes de la Direction des Routes ;
- le procédé LCPC - COCHERY-BOURDIN-CHAUSSE, à l'aide d'une machine spécifique qui crée un sillon et y répand de l'émulsion.

- le risque d'orniérage qui doit être limité à ce qui est admissible ;
- la perméabilité du complexe.

Ces quatre critères :

- vitesse de remontée de la fissure à la surface dans des conditions formelles (voir essais page suivante) ;
 - compressibilité ;
 - orniérabilité ;
 - perméabilité ;
- doivent faire l'objet d'essais spécifiques.

S'il n'existe pas encore de méthodologie d'étude complète et spécifique visant à caractériser ces quatre critères, certains essais peuvent dès maintenant permettre de classer l'efficacité et les risques liés à l'utilisation des couches anti-fissures ; ils sont décrits au paragraphe suivant.

Sciage

Le sciage est réalisé comme pour le béton de ciment après la prise et avec les mêmes matériels.

Ces procédés seront décrits dans une note d'information spécifique.

Couches supérieures anti-fissures

Le tableau 2 indique les caractéristiques des couches supérieures anti-fissures déjà testées à ce jour.

Il faut bien noter que les critères de choix d'une de ces techniques ne se limitent pas à l'efficacité contre la remontée des fissures en surface.

Il faut également tenir compte des conséquences indirectes et notamment :

- la possibilité d'une forte compressibilité du matériau d'interposition, qui trop importante pourrait conduire à une fatigue prématurée de l'enrobé ;

ESSAIS DE LABORATOIRE POUR CARACTERISER LES COUCHES ANTI-FISSURES

Vitesse de remontée de la fissure

Un essai a été mis au point au laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Autun. Il consiste à mesurer le temps de remontée d'une fissure, à travers la couche anti-fissure à tester, sous l'effet de sollicitations simultanées, simulant le retrait thermique (ouverture de la fissure) et le trafic (flexion). Dans les mêmes conditions de températures (l'essai est fait à 20° C et 5° C), le temps de remontée de la fissure en surface est comparé au temps de la remontée au travers de couche-témoins ayant donné des résultats positifs sur chantiers de caractéristiques parfaitement déterminées.

Cette comparaison permet de tirer les conclusions suivantes, en fonction du résultat obtenu à l'essai (sous réserve pour les procédés nouveaux de vérification sur chantiers d'essais).

$r = \frac{\text{Temps de fissuration des couches testées}}{\text{Temps fissuration du témoin}}$	Avis sur la technique
$r < 0,7$ $0,7 < r < 0,9$ $r > 0,9$	inefficace moyennement efficace très efficace

(*) Une note d'information spécifique explicitera les différents procédés.

Imperméabilité

Après l'essai de vitesse de remontée des fissures précédent, un essai de perméabilité sur le complexe doit permettre de conclure à la perméabilité ou à l'imperméabilité.

Orniérage

Pour l'orniérage, il peut être envisagé d'utiliser l'essai d'orniérage sur une plaque composée, en partant de la surface :

- de la couche de roulement future
- du système anti-fissure
- si l'ensemble ainsi réalisé n'atteint pas 10 cm d'épaisseur, d'un enrobé à bonne résistance à l'orniérage.

Les valeurs limites de référence peuvent être choisies dans le tableau suivant sous réserve de constatations qui seront faites sur les chantiers futurs.

Trafic	Essais à l'orniérage (à 60° C)		
	Nombre de cycles	En ville	En rase campagne
≤ T3	2 000	< 10 %	-
T2	10 000	< 10 %	-
T1	30 000	< 10 %	< 10 %
≥ T0	30 000	< 10 %	< 10 %

Compressibilité

A défaut d'un essai disponible à ce jour (étude en cours), il faut exclure les composants compressibles par exemple les géotextiles peu denses.

INFLUENCE DE CES PROCÉDES SUR LE DIMENSIONNEMENT

Préfissuration

On admet que des fissures plus fines permettent un meilleur engrènement des dalles ; on pourrait ainsi réduire les épaisseurs des couches de chaussée. A ce jour le recul est cependant insuffisant pour démontrer la pertinence de cette assertion qui fait l'objet d'expérimentations.

Couches anti-remontée de fissures

Le dimensionnement des couches de chaussées doit être fait selon les méthodes classiques à partir des méthodes de calcul et des hypothèses complémentaires découlant de l'expérience avec des techniques proches.

COUT DE CES TECHNIQUES (à titre indicatif)

On peut citer les prix mi-1989 ; il faut cependant remarquer que les prix de ces techniques sont susceptibles de grandes variations en fonction des conditions locales et doivent faire l'objet d'une consultation.

Préfissuration : de l'ordre de quelques francs au mètre carré de couche préfissurée : 1 à 3 francs par m² selon les techniques et les conditions de chantier.

Sciage : variable en fonction de la dureté du granulat.

Pontage : environ 10 F/mètre de fissure soit, pour des fissures espacées de 10 m : 1 F/m².

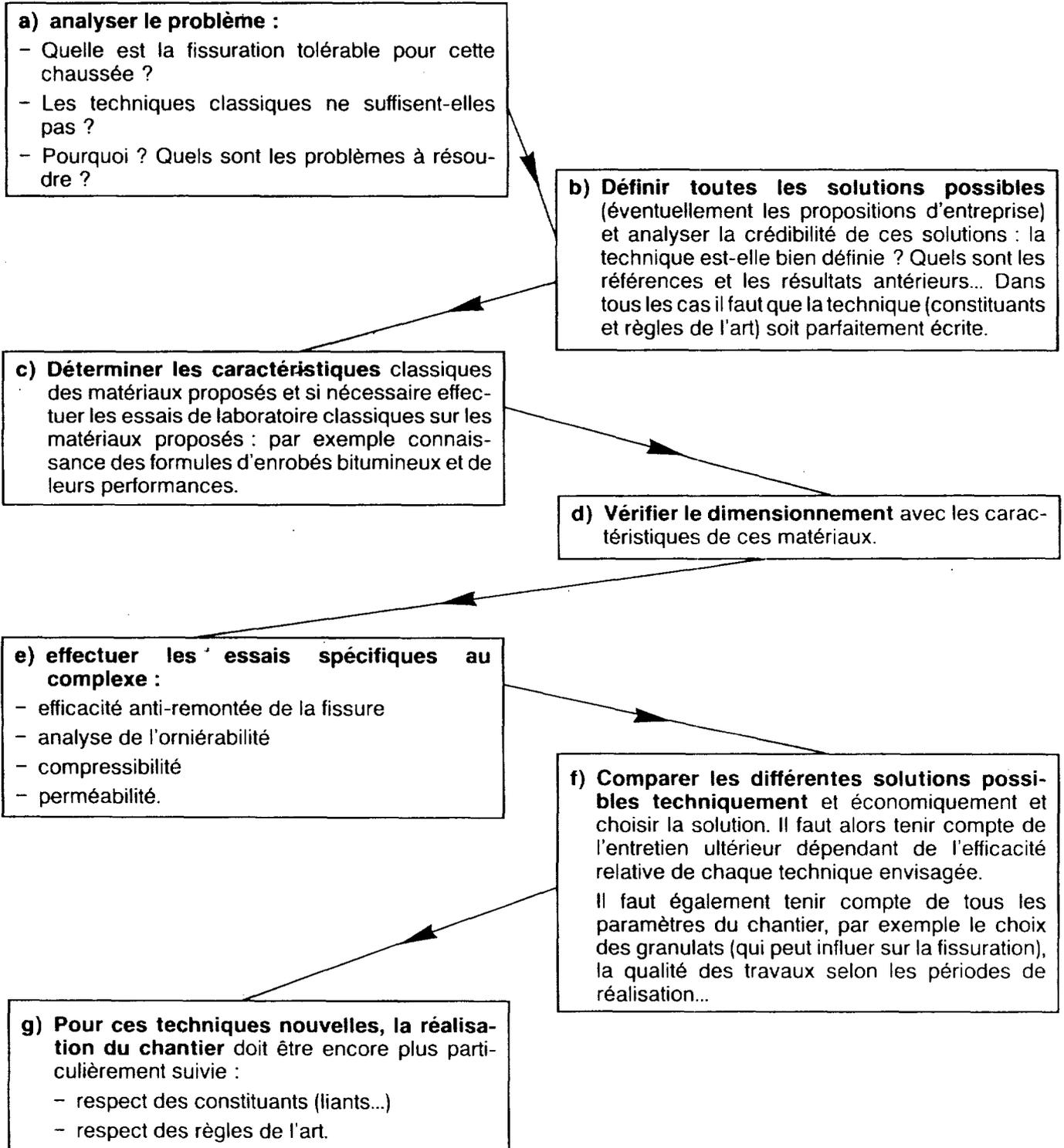
Enrobés bicouches : à épaisseur égale totale de matériaux bitumineux : plus-value de 10 F par m² environ.

Enduits épais : 20 F par m².

Géotextile imprégné de liants bitumineux : plus-value de 15 F par m².

QUE DOIT FAIRE LE MAITRE D'ŒUVRE LORSQU'IL VEUT UTILISER UN DES CES PROCÉDES

Tous ces procédés doivent être étudiés avant leur application ; ils pourront ultérieurement faire l'objet d'avis techniques. Il peut être utile de rappeler les préceptes suivants sur la méthodologie d'approche de nouveaux produits.



Tous ces points doivent faire l'objet de documents écrits avant la réalisation du chantier.

CONCLUSION : utilisation de ces procédés

Le tableau suivant indique :

- la gêne qui est couramment ressentie du fait de la fissuration normale d'une chaussée semi-rigide réalisée en respectant les règles de l'art, mais sans emploi de techniques spécifiques anti-fissuration ;
- les solutions pour maîtriser cette fissuration dans le cas de réalisation de chaussées neuves ou de renforcements ou dans le cas d'entretien de chaussée ancienne ; on admet que des fissures fines peuvent partiellement apparaître en surface mais

qu'elles ne nécessitent pas de colmatage avant un entretien normal.

Si le problème est de ne pas voir de fissuration en surface, on peut utiliser pour les trafics plus faibles les solutions préconisées pour les trafics plus élevés.

Il faut bien noter que ces techniques anti-fissures ne sont nécessaires que si le maître d'œuvre ne souhaite pas effectuer de travaux de colmatage entre les autres séquences d'entretien.

TABLEAU 4 : SOLUTIONS POUR UNE CHAUSSEE SEMI-RIGIDE REALISEE DANS LES REGLES DE L'ART (sans travaux de colmatage avant entretien normal)

		CONSEQUENCES DE LA FISSURATION CLASSIQUE SANS UTILISATION DE PROCEDE SPECIAL VISANT A MAITRISER LA FISSURATION			SOLUTIONS POUR MAITRISER LA FISSURATION DES CHAUSSEES A COUCHE DE BASE TRAITEE AUX LIANTS HYDRAULIQUES		
		Esthétique	Sur la durée de vie théorique de la chaussée	Sur l'usager (gêne du trafic)	CHAUSSEES NEUVES OU RENFORCEMENTS		CHAUSSEES ANCIENNES EN M.T.L.H.
					Travaux	Entretien ultérieur	
V O R B I R A I E N E	Faible trafic	En général faible sauf si mal colmatée (1) : colmatage surabondant ou mal réalisé (voir note d'info spécifique).	non	non	Préfissurer (4) (5)	Colmater avant l'entretien normal	Colmater avant l'entretien normal prévu (enduits ou BB) (6)
	Fort trafic		si colmatée : non. Si non colmatée : faible (3)	Pendant les travaux de colmatage.	Préfissurer et adjoindre une technique anti remontée moyennement efficace (7)		
R A S E C A M P A G N E	Faible trafic < T3	Dans certaines conditions locales, la fissuration peut être psychologiquement mal ressentie (2).	non	non			
	Trafic moyen T2		non	faible	Préfissurer éventuellement.	normal	
	Fort trafic T1		non si colmatage bien réalisé	oui, pendant les travaux de colmatage	Préfissurer et adjoindre une technique anti-remontée moyennement efficace (7)		Colmater à 3 ans puis juste avant les entretiens normaux prévus par ailleurs.
	Très fort trafic ≥ T0		idem		Préfissurer et adjoindre une technique anti-remontée très efficace (7)		Colmater à 3 ans et entretenir avec une technique anti-remontée de fissures.
AUTOROUTE			idem	oui, nécessite déviation de la circulation.			

(1) Voir note d'information sur le colmatage, n° 56.

(2) Dans ce cas il peut être envisagé d'utiliser systématiquement une technique anti-remontée de fissures : les solutions des trafics supérieurs peuvent alors être utilisées pour des trafics plus faibles.

(3) Selon la sensibilité du support à l'eau.

(4) Compte tenu du faible coût de la préfissuration, il peut être envisagé de l'utiliser pour tous les chantiers de matériaux hydrauliques.

(5) La préfissuration ne porte que sur la couche de base.

(6) Si des fissures très larges apparaissent (du fait d'un non respect des règles de l'art ou d'utilisation de matériaux à très hautes résistances (sans préfissuration) un colmatage indépendant peut être envisagé entre les séquences normales d'entretien.

(7) Si une technique plus efficace est moins coûteuse, il faut bien évidemment l'adopter.

(N.B.). - Le choix de la technique anti-remontée de fissures doit être fait en considérant toutes les techniques possibles et sur des critères tant techniques qu'économiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Note d'information SETRA/LPC n° 56 : Limites et intérêts du colmatage des fissures de retrait des chaussées semi-rigides.
- Note d'information SETRA/LPC n° 55 : Règles de l'art pour limiter la fissuration de retrait des chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques.
- Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n°s 156 et 157.

Cette note a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. COLOMBIER - Laboratoire Régional d'Autun
Zone Industrielle - B.P. 141 - 71405 AUTUN Cedex - Tél. (16) 85.52.02.12
M. LEFORT - Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien
12, rue Teisserenc-de-Bort - B.P. 204 - 78195 TRAPPES Cedex - Tél. (1) 30.50.09.27
MM. VAUTRIN et VERHEE
Centre de la Sécurité et des Techniques Routières (C.S.T.R.)
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (S.E.T.R.A.)

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 92223 BAGNEUX - France
Tél. (1) 42.31.31.31 - Téléx : 260763 SETRA BAGNX
Renseignements techniques : J.-C. VAUTRIN - S.E.T.R.A. - C.S.T.R. - Tél. (1) 42.31.34.03
Bureau de vente : Tél. (1) 42.31.31.55 - (1) 42.31.31.53 - Référence du document : **D 9010**
Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **D03**

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.