

La maîtrise de la fissuration des graves hydrauliques*

Sous l'enrobé... les graves traitées. La technique des assises de chaussées en graves-ciment et en graves-liants hydrauliques routiers fait l'objet d'une évolution continue. Résultat de ces progrès constants : une maîtrise accrue du phénomène de fissuration, avec pour corollaire une plus grande durabilité de ces chaussées. Un peu plus de quinze ans après une première étude, notre revue fait le point.



▲ Chantier de mise en œuvre des graves-ciment.

Dans sa documentation technique n° 15 (septembre 1985), la revue *Routes* avait fait le point sur la technique des graves-ciment après plusieurs décennies de développement.

Au cours de ces dernières années, la technique a progressé dans deux domaines.

Dans le domaine de la codification, la technique a fait l'objet d'une série de normes. On distingue :

- **Norme NF P 98 114 - 1** : Assises de chaussées – Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques.

Partie 1 : graves traitées aux liants hydrauliques (1992).

- **Normes NF P 98 115** : Assises de chaussées – Exécution des corps de chaussées – Constituants – Composition des mélanges et formulation – Exécution et contrôles (1992).

- **Norme NF P 98 116** : Assises de chaussées – Graves-ciment – Définition – Composition – Classification (1991).

- **Norme NF P 98 122** : Assises de chaussées – Graves-liants hydrauliques routiers – Définition – Composition – Classification (1991).

Dans le domaine de la maîtrise de la fissuration des graves-ciment, des progrès importants ont été enregistrés. Plusieurs procédés ont vu le jour ces dernières années et font actuellement l'objet de procédures d'avis techniques.

Le but de cette documentation technique est double :

- d'une part, de faire le point sur les connaissances actuelles dans le domaine de la compréhension du mécanisme de fissuration des graves hydrauliques ;
- d'autre part, de présenter les moyens actuels permettant de maîtriser cette fissuration.

* Graves-ciment et graves-liants hydrauliques routiers.

LA FISSURATION DES GRAVES HYDRAULIQUES

On sous-entend ici uniquement les fissures de retrait. Le phénomène est inévitable et se manifeste par une fissuration transversale régulière et bien établie si les règles de l'art ont été respectées lors des travaux.

Les fissures qui ne sont pas spécifiques aux graves hydrauliques – les fissures de fatigue (en général longitudinales et anarchiques), les défauts des joints longitudinaux ou transversaux de mise en œuvre des enrobés, les fissures d'épaulement ou d'élargissement, les fissures provoquées par les mouvements du remblai – ne sont pas concernées par cette documentation.

● DÉFINITION

Sous l'effet du retrait, il arrive un moment où la contrainte de traction engendrée dans le matériau atteint une valeur proche de sa résistance à la traction. Il y a alors rupture, au moins localement, c'est-à-dire séparation d'un milieu continu en deux parties, de part et d'autre d'une surface géométrique appelée fissure.

Dans le domaine de la fissuration de retrait, on distingue deux types de retrait élémentaires :

- les retraits primaires, qui comprennent le retrait avant durcissement et le retrait hydraulique. Ils sont responsables des premières mises en contrainte lente du matériau après sa mise en œuvre ; ils se produisent alors que le matériau est encore peu résistant ;
- le retrait thermique, associé soit aux variations journalières de température, soit aux variations annuelles de température. Les premières peuvent se situer entre 20 et 30 °C sous nos climats, tandis que les secondes peuvent atteindre 50 à 60 °C.

● LA FISSURATION DES GRAVES HYDRAULIQUES EST-ELLE ÉVITABLE ?

L'ensemble des constatations réalisées sur les chaussées en graves hydrauliques, les études de simulation effectuées en laboratoire et les études de modélisation confirment le caractère inéluctable de la fissuration de retrait de ces matériaux. On ne peut espérer supprimer le phénomène dans le contexte climatique français dès lors que l'on recherche les résistances et les modules de déformation figurant dans les directives ou les recommandations concernant ces matériaux.

La mise au point de liants hydrauliques spécialement adaptés ou l'adjonction aux mélanges de produits divers ne permettront pas d'éviter totalement la fissuration. Même une modification des propriétés du ciment aussi radicale que l'emploi d'un liant à retrait compensé ne supprime pas la fissuration qui apparaît par suite du retrait thermique. En effet, des ciments à retrait compensé ont été utilisés en graves-ciment sur plusieurs chantiers expérimentaux.

Les constatations faites sur ces chantiers montrent que les fissures apparaissent plus tardivement que sur les graves-ciment traditionnelles mais qu'à terme, l'espacement et l'ouverture des fissures sont identiques.

● RÈGLES DE L'ART POUR LIMITER LA FISSURATION DE RETRAIT

Les règles à appliquer et les précautions à prendre pour limiter la fissuration des matériaux d'assises traités aux liants hydrauliques sont prises en compte dans :

- la directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques. Juin 1983 - SETRA/LCPC ;
- la directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques. Février 1985 - SETRA/LCPC.

En outre, la note d'information SETRA n° 55 intitulée *Règles de l'art pour limiter la fissuration de retrait des chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques*, éditée en mars 1990, rappelle clairement ces règles et précautions. Elle précise en particulier que pour obtenir des fissures fines, il faut :

- choisir un granulats dont le coefficient de dilatation est faible (quand c'est possible) ;
- assurer une bonne liaison de l'assise avec son support (couche de forme ou de fondation dans le cas d'une chaussée neuve, ancienne chaussée dans le cas d'un renforcement) ;
- éviter les caractéristiques mécaniques (résistance, module) élevées au moment de la fissuration.

LA FISSURATION DES GRAVES HYDRAULIQUES : ÉVOLUTION SOUS SOLlicitATIONS ET CONSÉQUENCES

Sous l'effet du trafic et des conditions climatiques, les fissures de retrait des graves hydrauliques remontent inéluctablement à travers les couches de roulement en enrobés bitumineux. L'augmentation de l'épaisseur de la couche bitumineuse est un facteur favorable pour retarder le processus de remontée des fissures, toutes autres conditions étant identiques par ailleurs. Par contre, cette influence peut être annulée par d'autres facteurs tels que la qualité de l'enrobé bitumineux ou celle du collage entre la couche de roulement et la couche de base, mais surtout par les conditions climatiques. Un seul hiver particulièrement froid peut faire remonter une fissure de retrait à travers la couche bitumineuse, même épaisse.

● SCHÉMA DE PROPAGATION DES FISSURES DANS LA COUCHE DE ROULEMENT

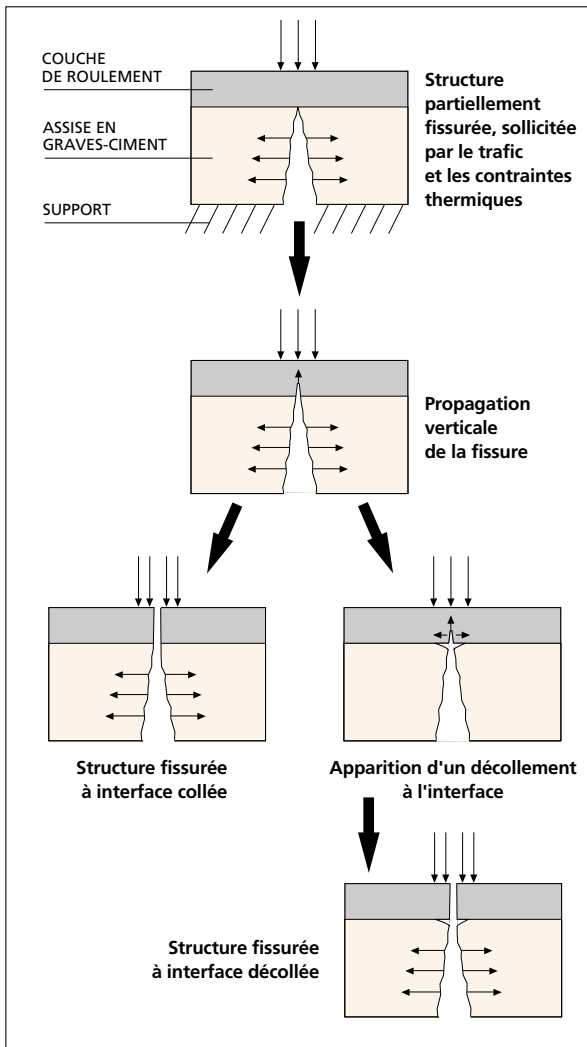
La propagation d'une fissure depuis la couche de base en graves-hydrauliques jusqu'à la couche de roulement en béton bitumineux est régie par le rapport entre l'effort ten-

nant à propager la fissure dans une direction donnée et la résistance qu'opposent les matériaux à cette propagation.

Les différentes possibilités de cheminement d'une fissure transversale de retrait sont présentées aux schémas 1 et 2.

Le schéma 1 représente le cas où la structure est caractérisée par une excellente liaison à l'interface couche de base/couche de roulement. La fissure se propage d'abord verticalement dans la couche supérieure. Au cours de cette propagation, s'il n'y a pas fatigue de l'interface, la fissure débouche en surface en conservant l'interface collée.

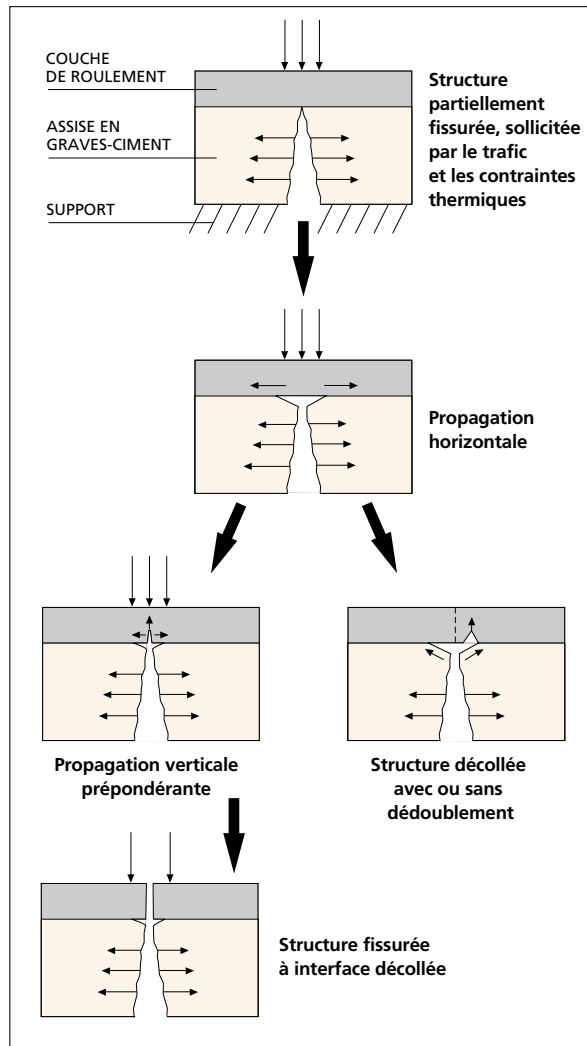
Schéma 1



Le schéma 2 représente le cas où la structure est caractérisée par une interface à liaisons faibles où la propagation est dans un premier temps essentiellement horizontale. Cette propagation étant stable, le processus se poursuit par une amorce dans la couche de roulement, soit au droit de la fissure de l'assise, soit à l'extrémité du décollement, soit aux deux endroits à la fois.

Ces schémas de propagation conduisent à des temps de remontée de la fissuration très variables. Le décollement est un facteur favorable pour retarder le processus de remontée ; par contre, il conduit ensuite à une situation plus défavo-

Schéma 2



nable. En effet, l'évolution des structures au voisinage des fissures (épauprures, dédoublement, ramification, faiçonnage), sous l'action du trafic, est nettement plus rapide.

● LES CONSÉQUENCES DE LA FISSURATION

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 en gravés hydrauliques (augmentation des contraintes liées au trafic dans la couche et sur le sol support) 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 à assise traitée aux liants hydrauliques.**

En revanche, **les conséquences indirectes** liées à l'apparition des fissures en surface (aspect fracturé de la chaussée, confort visuel dégradé, etc.) et autres risques de dégradations de la couche de roulement (évolution de la fissure, ramification, bourrelets, etc.) sont moins bien maîtrisées, et c'est sur elles que se concentrent les préoccupations des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage.

● POSITION DES MAÎTRES D'OUVRAGE FACE AU PHÉNOMÈNE DE FISSURATION

Pour des raisons techniques et économiques, les avis des maîtres d'ouvrage face au phénomène de fissuration sont partagés.

Dans le domaine des chaussées à trafic faible ou moyen, la fissuration est en général acceptée et n'est pas considérée comme une dégradation. En général elle évolue peu, et les enduits superficiels constituent une bonne solution d'entretien.

Pour les chaussées à fort trafic, les fissures peuvent évoluer dans le temps ; un traitement des fissures est donc souhaitable. Le colmatage par pontage est une technique simple que tous les maîtres d'œuvre reconnaissent comme efficace. Le colmatage a cependant quelques inconvénients :

- l'uni de la chaussée est légèrement affecté, notamment pendant la période suivant immédiatement les travaux ;
- les chaussées dont les fissures ont été colmatées présentent un aspect discontinu et inesthétique que les maîtres d'ouvrage et les usagers peuvent estimer être le résultat d'un mauvais état global de la chaussée ;
- l'opération même du colmatage, qui doit être renouvelée tous les trois ans, est une gêne pour l'utilisateur, d'autant plus importante que le trafic est élevé.

Pour ces raisons, la fissuration est de plus en plus difficilement acceptée sur autoroute par les sociétés concessionnaires, qui réservent actuellement les matériaux traités aux liants hydrauliques aux couches de fondation.

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

MOYENS POUR LIMITER LA REMONTÉE DES FISSURES À LA SURFACE DES CHAUSSÉES

En fait, la fissuration de retrait et ses conséquences ne peuvent être un argument pour ignorer les assises traitées aux liants hydrauliques que si le maître d'ouvrage refuse par principe, à tout moment, l'apparition d'une fissure transversale à la surface de la chaussée. Les techniques et méthodes destinées à réduire les conséquences dommageables de la fissuration de retrait existent aujourd'hui et permettent à un service gestionnaire, s'il le désire, d'éviter un entretien de la chaussée consécutif à cette fissuration.

L'étude des mécanismes de transmission des fissures à la surface des chaussées a permis d'aboutir à deux idées-forces qui sont les principes des méthodes permettant de retarder la transmission des fissures de retrait à la surface des chaussées :

- réduire les sollicitations appliquées par l'assise traitée à l'enrobé, par la maîtrise du pas de fissuration. C'est la technique de **préfiissuration** ;

– mettre un obstacle à la transmission de ces sollicitations de l'assise à l'enrobé, par l'utilisation d'une interface anti-fissures placée entre l'assise en graves-hydrauliques et la couche de roulement.

● LA PRÉFISSURATION

Cette technique consiste à provoquer et à localiser les fissures de retrait. Elle vise plusieurs objectifs :

- savoir localiser une fissure de retrait, c'est-à-dire faire en sorte qu'elle existe là où on le désire, permet soit de réaliser un traitement préventif à cet endroit, de manière à limiter les conséquences dommageables de cette fissure de retrait, soit de faciliter l'entretien de la fissure apparue en surface de la chaussée si l'on admet que le fait de provoquer la fissure permet d'en maîtriser la linéarité ;
- savoir provoquer une fissure de retrait permet également d'en multiplier le nombre d'une manière optimale, de sorte que les multitudes ainsi créées soient aussi fines que possible avec une faible amplitude d'ouverture de ces fissures à chaque cycle thermique. Il s'ensuit un meilleur comportement mécanique de la structure grâce à un meilleur engrenement des lèvres de la fissure, et des contraintes moins sévères dans la couche de roulement au droit de la fissure.

● L'INTERFACE ANTI-FISSURES

Dans le paragraphe "Schéma de propagation des fissures dans la couche de roulement", nous avons vu que l'absence de collage entre l'assise et la couche de roulement est un facteur favorable pour retarder la remontée de la fissure. En revanche, cela conduit à un fonctionnement de la structure dans des conditions trop défavorables sous l'effet des sollicitations dues au trafic. D'où le concept d'une "couche supérieure anti-fissures", qui a un triple rôle :

- dissiper les contraintes provenant des cycles thermiques et apparaissant en tête des fissures de l'assise – c'est un rôle analogue au décollement ;
- assurer un bon collage de l'enrobé à son support pour permettre à la structure de supporter les sollicitations dues au trafic ;
- conserver l'imperméabilité de la structure malgré les cycles d'ouverture thermique.

PROCÉDÉS DE PRÉFISSURATION

Plusieurs techniques ont été recherchées et testées, mais à ce jour, trois procédés ont été développés d'une façon industrielle :

- le procédé Viafrance ;
- le procédé Sétéc-Sacer ;
- le procédé LCPC-Cochery-Bourdin-Chaussé.

La note d'information SETRA n° 57 de mars 1990 fait le point sur l'efficacité des différents procédés.

● LE PROCÉDÉ VIAFRANCE

PRINCIPE

Le procédé Viafrance est un procédé de préfissuration des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques. Il localise à des emplacements prédéterminés, lors de la mise en œuvre, les fissures de retrait qui se forment naturellement dans la couche traitée. L'originalité du procédé réside :

- dans la création, à intervalles réguliers (tous les 2 à 3 m), d'une amorce de fissuration exécutée transversalement dans la partie supérieure de la couche traitée ;
- dans l'introduction au niveau de l'amorce d'une fine feuille de plastique.

MATÉRIEL DE MISE EN ŒUVRE

En 1984, Viafrance a développé et mis au point un matériel permettant de réaliser une entaille dans une couche de matériau traité et compacté, et simultanément d'introduire dans cette amorce une feuille de plastique assurant le maintien de la discontinuité. Cette entaille est réalisée à l'aide d'un "couteau" constitué d'un anneau métallique fixé sur la jante d'un compacteur à main. Ce matériel a été utilisé pour la réalisation de plusieurs chantiers et en particulier celui du terre-plein du port de la Goulette (Tunisie, 280 000 m²). L'efficacité du procédé a poussé Viafrance à faire évoluer le matériel de manière à intégrer plus facilement l'engin de coupe dans l'atelier de mise en œuvre. Un nouveau matériel, "Olivia", a ainsi vu le jour en 1992. Il permet l'introduction verticale d'un film plastique très mince (environ 80 µm) dans une couche de matériau traité, non compactée. C'est un ensemble porté par un engin automoteur de type chariot élévateur et constitué :

- d'une poutre fixe liée à l'engin automoteur ;
- d'une poutre mobile guidée en translation par rapport à la poutre fixe ;



▲ Procédé Viafrance : machine à trancher les joints en position de transfert.



▲ Olivia : la nouvelle machine de préfissuration Viafrance.

- de l'outil de préfissuration qui se déplace par rapport à la poutre mobile, son déplacement étant assuré par l'action d'un moteur hydraulique et d'une chaîne ;
- d'un ruban plastique, conditionné sous forme de rouleau, qui entre dans l'outil de préfissuration à travers une fente et qui en ressort verticalement par une autre fente située à l'arrière de l'outil.

L'ensemble de ces mouvements permet la pénétration de l'outil dans le matériau et son déplacement sur une longueur donnée. C'est l'avance de l'outil dans le matériau qui entraîne le déroulement du rouleau et la mise en place verticale du ruban plastique. Le film est coupé automatiquement en fin de passe.

Ce procédé permet la pose de rubans de différentes largeurs (en général 6, 8 ou 10 cm) à des profondeurs variables par simple réglage. La longueur de pose du ruban plastique est réglable et peut varier de 2 à 4 m ou de 2 à 5 m selon la machine.

● LE PROCÉDÉ SÉTEC-SACER

PRINCIPE

Le procédé Sétéc-Sacer, ou technique du joint actif, a été présentée par Sétéc en 1985, dans le cadre du concours des techniques innovantes. Le procédé s'applique au moment de la mise en œuvre des matériaux, avant compactage. Il consiste à créer une discontinuité transversale dans la couche par insertion d'un joint sinusoïdal



▲ Procédé Viafrance : machine à trancher les joints en position de travail. L'incorporation, dans le joint, d'une feuille de polyane permet d'éviter les épaufrures aux bords de l'entaille.

suyant un pas donné. Il permet d'obtenir des dalles indépendantes, des fissures fines et rectilignes, dont la remontée à la surface est retardée.

FOURNITURE

L'élément de joint est constitué d'une plaque ondulée, disposée verticalement dans la couche de matériau lors de sa mise en œuvre. Son rôle est de rétablir la continuité mécanique de la chaussée vis-à-vis des efforts verticaux. Il s'agit, d'une part, de localiser la fissure pour avoir un faible pas de fissuration et une faible ouverture de ladite fissure et, d'autre part, d'améliorer l'engrènement des lèvres de cette fissure du fait de sa forme sinusoïdale.

MATÉRIEL DE MISE EN ŒUVRE

Actuellement, le joint est introduit manuellement dans un sillon créé par une machine spéciale SAE (brevet Sétéc Géotechnique n° 86 10603), portée par un chargeur à pneus. Le sillon est creusé par une roue à profil triangulaire, mue transversalement par une chaîne entraînée par un moteur hydraulique et subissant une pression verticale pour assurer l'enfoncement dans le matériau traité foisonné. La profondeur du sillon est réglée par un limiteur de course situé dans le boîtier de l'automate qui pilote l'ensemble. La longueur du sillon est de 2,5 m.

Après la pose manuelle du joint, le sillon est remblayé par la translation de deux coupeaux de part et d'autre du joint, et un réglage sommaire à la niveleuse, avant compactage, permet l'obtention d'un meilleur uni.

L'encombrement de la machine lui permet de s'intégrer facilement dans un chantier de mise en œuvre d'assises traitées aux liants hydrauliques.

Le procédé consiste à pratiquer une saignée sur toute l'épaisseur de la couche répandue et légèrement compactée. On y introduit l'élément de joint vertical en matière plastique à profil ondulé ; on referme la saignée et on termine la mise en œuvre normalement. L'élément de joint, dont la longueur est de 2,3 m, est placé transversalement dans l'axe de chaque voie. Sa hauteur est d'environ les deux tiers de l'épaisseur de la couche, et il est placé au fond de celle-ci. L'espacement des joints actifs ne doit pas dépasser 2 m.



▲ Procédé Sétéc-Sacer : le disque de la trancheuse ouvre un sillon tous les 2 m dans la grave-ciment.



▲ Procédé Setec-Sacer : le joint est mis en place verticalement, en fond de couche de la grave-ciment.



▲ Procédé Setec-Sacer : les deux coupeaux remblaient les matériaux de part et d'autre du joint.

La durée actuelle d'un cycle complet de pose d'un joint est d'une minute. Il comprend le déplacement de la machine et son positionnement sur le repère tracé, la préfissuration et le remblaiement.

● LE PROCÉDÉ LCPC-CBC

PRINCIPE

Ce procédé est aussi connu sous le nom de Craft, qui signifie Création automatique de fissures transversales. L'originalité du procédé réside :

- dans la création à intervalles réguliers (tous les 2 à 3 m), et avant compactage final, d'un sillon transversal dans la couche traitée ;
- dans la projection d'un produit bitumineux dans ce sillon, temporairement ouvert ;
- dans la fermeture de ce sillon au moment du compactage final.

FOURNITURE

Actuellement, le produit bitumineux est une émulsion de bitume de type cationique à rupture rapide de même nature que celle utilisée en couche de cure des assises traitées aux liants hydrauliques. L'émulsion de bitume a un double rôle :



▲ Procédé LCPC-CBC : le soc, porté par un bras télécommandé, ouvre un sillon dans la grave-ciment.

– par sa phase aqueuse à faible pH, elle inhibe partiellement la prise du liant hydraulique et crée donc une zone de résistance plus faible, favorable à la localisation des fissures de retrait ;

– par sa phase bitumineuse, elle crée une discontinuité qui accentue le phénomène et permet une prélocalisation précise de la fissure. Par ailleurs, la phase bitumineuse rend le matériau insensible à l'eau et peu sensible à l'abrasion au droit de la fissure.

MATÉRIEL DE MISE EN ŒUVRE

Ce procédé a fait l'objet d'un brevet déposé par le LCPC ; un matériel spécifique pour sa mise en œuvre a été conçu et construit par le CECP d'Angers, le développement de la technique étant assuré par l'entreprise Cochery-Bourdin-Chaussé. Les premiers chantiers de taille industrielle ont été réalisés en 1988.

Le matériel de préfissuration est installé sur la partie frontale d'un engin porteur de type tractopelle. Il comprend :

– un bras manipulateur articulé, en forme de compas, qui permet le positionnement de l'outil dans la couche et sa progression horizontale transversalement à l'axe de la chaussée sur une longueur maximale de 3,5 ou 5 m selon la machine ;



▲ Procédé LCPC-CBC : le soc projette simultanément, sur les parois du sillon, une émulsion de bitume.

– un outil en forme de dent assure l'ouverture du sillon et l'injection du liant. Le mouvement de la dent est facilité par un dispositif de vibration ;

– des équipements complémentaires : une réserve à émulsion, une centrale hydraulique, un compresseur et un groupe électrogène.

Le procédé consiste à pratiquer un sillon sur toute la hauteur de la couche à l'aide d'un soc qui projette simultanément sur les parois du sillon une émulsion de bitume dont les caractéristiques (vitesse de rupture et pH) sont bien définies. Le sillon est immédiatement refermé et la mise en œuvre du matériau se poursuit normalement.

L'émulsion bitumineuse maintenant la discontinuité, l'opération peut être réalisée sur le matériau déjà régalié et grossièrement réglé. L'effort mécanique nécessaire à l'ouverture du sillon est faible dans ce cas, ainsi que les incidences du procédé sur l'uni de l'assise.

L'encombrement de la machine lui permet de s'intégrer dans un processus de mise en œuvre d'assises traitées aux liants hydrauliques sans gêner les engins de réglage ou de compactage.



▲ L'atelier de compactage suit la machine de préfissuration. Les joints exécutés sont espacés de 2 à 3 m.

La durée d'un cycle complet de travail est de 30 secondes. Ce cycle comprend le déplacement de la machine vers un sillon à créer (à 2 m environ du précédent) et la préfissuration sur toute la largeur du sillon.

TECHNIQUES "INTERFACES ANTI-FISSURES"

Trois types de couches anti-fissures sont à la base des trois procédés les plus utilisés :

- l'enrobé fin bitumineux riche en liant et en fines ;
- l'enduit épais au bitume caoutchouc ou élastomère ;
- le géotextile imprégné de bitume.

Ces procédés s'utilisent aussi bien pour l'entretien des chaussées en service que pour les chaussées neuves en graves hydrauliques.

La note d'information SETRA n° 57 de mars 1990 *Techniques pour limiter la remontée des fissures à la surface des chaussées semi-rigides* fait le point sur l'efficacité des différentes techniques.

● ENROBÉ FIN BITUMINEUX RICHE EN LIANT ET EN FINES

Ce procédé consiste à mettre en œuvre 1,5 à 2 cm d'un enrobé fin comportant de l'ordre de 10 % de bitume et de 12 à 15 % d'éléments inférieurs à 80 µm. La fabrication et la mise en œuvre se font d'une manière classique. Sous fort trafic, il convient d'utiliser un bitume modifié pour éviter le phénomène d'orniérage.

Sur cette couche anti-fissures, on réalise une couche de roulement en béton bitumineux de 4 ou 6 cm d'épaisseur.

● ENDUIT SUPERFICIEL ÉPAIS, BITUME CAOUTCHOUC OU BITUME ÉLASTOMÈRE

Le procédé consiste à réaliser, avant la mise en place de la couche de roulement, un enduit superficiel épais constitué de 2,5 à 3 kg/m² d'un liant modifié à forte teneur en élasto-

mère. Le film de liant est légèrement gravillonné (6/10 ou 10/14 dépoussiérés et préchauffés) pour permettre la mise en œuvre de la couche de roulement et éviter une migration de liant. Ce procédé est peu utilisé en France.

● GÉOTEXTILE IMPRÉGNÉ DE BITUME

Ce procédé consiste à répandre un film de liant bitumineux, puis un géotextile non tissé. Le géotextile sert de réservoir ; le liant joue le rôle de membrane anti-fissures.

Le liant utilisé est de préférence un bitume polymère anhydre. Il doit assurer l'accrochage des couches et saturer les vides du géotextile : il est dosé à 1 kg/m².

La porosité du géotextile doit permettre d'absorber une telle quantité de liant. Il doit avoir une faible compressibilité verticale mais rester déformable en plan. La masse surfacique des géotextiles utilisés est de 150 à 200 g/m².

L'enrobé est ensuite répandu sur le géotextile, son réchauffage par l'enrobé chaud permettant au liant de terminer sa percolation et d'assurer ainsi ses fonctions.

Pratiquement, toutes les entreprises routières ont des "procédés maison" pour lutter contre la remontée des fissures. Chacun de ces procédés peut se rattacher à l'une des trois techniques déjà présentées.

CONCLUSION

La fissuration des graves hydrauliques est inévitable. Par contre, il est possible de la maîtriser partiellement et de retarder son apparition à la surface de la chaussée.

Dans l'état actuel de la technique, pour réaliser des chaussées en bénéficiant des avantages de ces assises (coût, robustesse) sans en subir les inconvénients (fissures de retrait), il suffit :

- de définir un bon matériau d'assise et de bien le mettre en œuvre avec une technique de préfissuration si nécessaire ;
- de choisir un bon enrobé pour la couche de roulement ;
- de prévoir, si le niveau de service recherché le justifie, un dispositif anti-remontée de fissures.

Pour l'avenir, les études et expérimentations en cours permettent d'envisager que, à moyen terme, on saura réaliser des chaussées en graves hydrauliques dont les fissures n'apparaîtront pas en surface avant la date normale de renouvellement de la couche de roulement. Cet objectif peut se concevoir dans l'association suivante :

- des fissures localisées et très fines dans l'assise en graves hydrauliques ;
- des couches de roulement mono ou multicouches adaptées.

Il faut donc poursuivre les recherches et les expérimentations dans ces deux domaines.

CIM *Béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

7, place de la Défense • 92974 Paris-la-Défense Cedex • Tél. : 01 55 23 01 00 • Fax : 01 55 23 01 10
E-mail : centrinfo@cimbeton.asso.fr • internet : www.cimbeton.asso.fr