



Chantier de mise en œuvre des graves-ciment.

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, cet article fait le point.

INTRODUCTION

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

Au cours de ces dernières années, la technique a progressé dans deux domaines : la codification et la maîtrise de la fissuration.

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

- NF P 98 114 : Méthodologie d'étude des matériaux traités aux liants hydrauliques.
 - 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.

- Norme NF P 98 114 - 2 : Assises de chaussées – Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques. Partie 2 : Sables traités aux liants hydrauliques.
- Norme NF P 98 114 - 3 : Assises de chaussées – Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques. Partie 3 : Sols traités aux liants hydrauliques.
- Normes NF P 98 115 : Assises de chaussées – Exécution des corps de chaussées – Constituants – Composition des mélanges et formulation – Exécution et contrôles.
- Norme NF EN 14227-1 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment.

- Norme NF EN 14227-5 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 5 : Mélanges granulaires traités au liant hydraulique routier.
- Norme NF EN 14227-10 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 10 : Sols traités au ciment.
- Norme NF EN 14227-13 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 13 : Sols traités au liant hydraulique routier.
- Norme NF P 98 128 : Assises de chaussées – Bétons compactés routiers et graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques à hautes performances – Définition – Composition – Classification.

Dans le domaine de la maîtrise de la fissuration, des progrès importants ont été enregistrés. Plusieurs procédés ont, en effet, vu le jour ces dernières années et ont fait l'objet de procédures d'avis techniques.

Le but de cet article est double :

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

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 évoquées dans cette documentation technique.

■ 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, comprenant le retrait avant durcissement et le retrait hydraulique. Ils sont responsables des premières mises en contrainte lente du matériau après sa mise en œuvre et 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.

■ Les 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

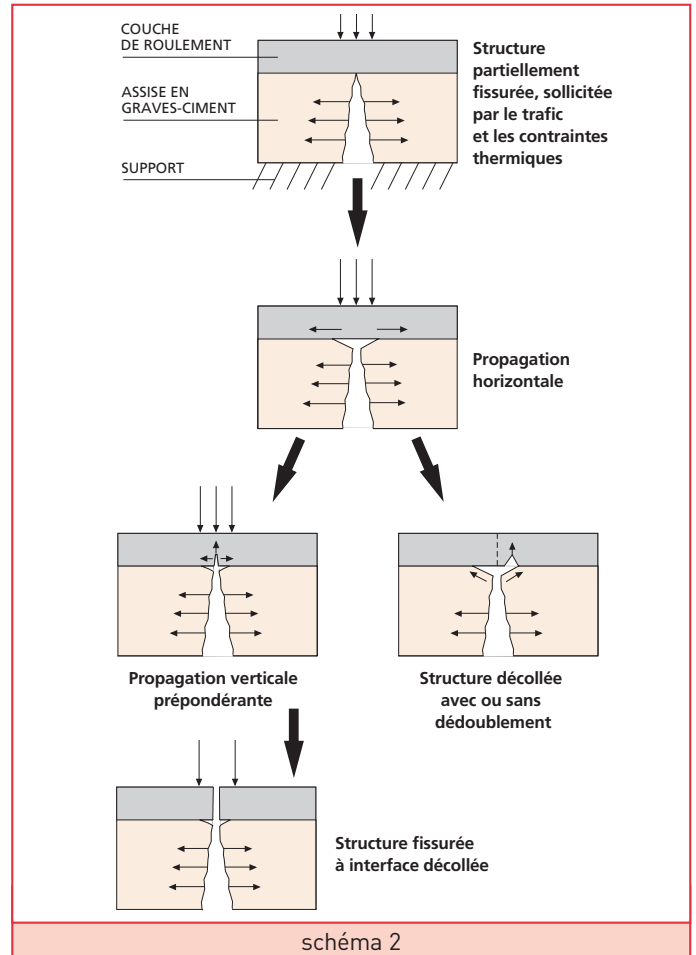
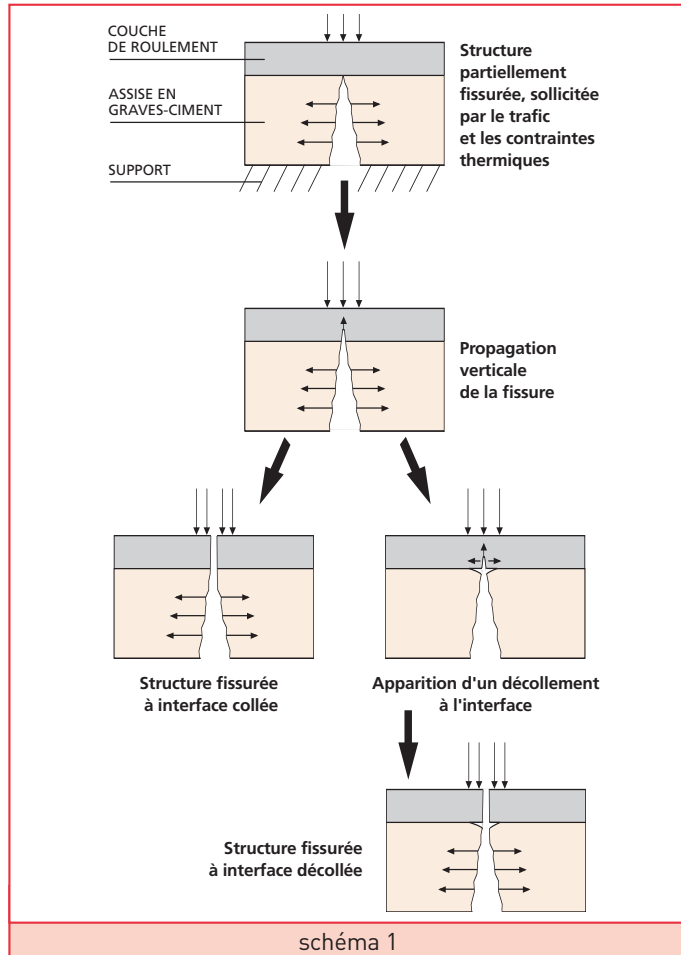
bitumineux, est régie par le rapport entre l'effort tendant à propager la fissure dans une direction donnée et la résistance qu'opposent les matériaux à cette propagation.

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.

Le schéma 2 représente le cas où la structure est caractérisée par une interface à liaisons faibles dans laquelle 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 défavorable. En effet, l'évolution des structures au voisinage des fissures (épaufures, dédoublement, ramification, faïençage), 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 graves 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.

La 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. 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.

LES 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 :

- la réduction des sollicitations appliquées par l'assise traitée à l'enrobé, par la maîtrise du pas de fissuration. C'est la technique de préfissuration ;

- la création d'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 engrènement 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.

LES PROCÉDÉS DE PRÉFISSURATION

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

- deux procédés mis au point par l'entreprise EUROVIA : OLIVIA® et CRAFT® ;
- un procédé élaboré par l'entreprise SACER : Joints Actifs®.

Le procédé OLIVIA® d'EUROVIA

Principe

Le procédé est un procédé de préfiissuration des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques (Avis Technique en cours). 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 mètres), 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 (aujourd'hui EUROVIA) a développé et mis au point un matériel permettant de réaliser une entaille dans une couche de matériau traité et compacté, et d'introduire simultanément, 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, 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



OLIVIA® : la machine de préfiissuration d'EUROVIA.



OLIVIA® en action : préfiissuration sur toute la largeur de la chaussée, élargissements compris.



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.

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 ;
- de l'outil de préfiissuration 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 mètres, ou de 2 à 5 mètres, selon la machine.

Le procédé CRAFT® d'EUROVIA

Principe

Ce procédé est aussi connu sous le nom de CRAFT®, qui signifie "Création automatique de fissures transversales". Ce procédé fait l'objet de l'Avis Technique N°141 émis en février 2004 par le Comité Français pour les Techniques Routières (CFTR).

L'originalité du procédé réside :

- dans la création à intervalles réguliers (tous les 2 à 3 mètres), 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 :

- 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 matériel de mise en œuvre a été développé par l'entreprise EUROVIA. Les premiers chantiers de taille industrielle remontent à 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 mètres, selon la machine ;

- un outil en forme de dent qui 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.



Procédé CRAFT® : le soc, porté par un bras télécommandé, permet d'ouvrir un sillon dans la grave-ciment.



Procédé CRAFT® : le soc projette simultanément, sur les parois du sillon, une émulsion de bitume.



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

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 régalé 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.

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 mètres environ du précédent) et la préfissuration sur toute la largeur du sillon.

Le procédé Joints Actifs® de SACER

Principe

Le Joint Actif® est un procédé de fissuration des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques, mis au point par SACER®. Ce procédé fait l'objet de l'Avis technique N°140 émis en novembre 2003 par le Comité Français pour les Techniques Routières (CFTR). Le Joint Actif® localise, à des emplacements prédéterminés lors de la mise en œuvre, les fissures de retrait dans la couche.

Lors du retrait, les fissures se créent naturellement au droit des joints et dans leurs prolongements latéraux ; les joints, par leur profil, assurent un engrènement efficace des deux dalles sur une grande partie de leur section, et donc le transfert des charges quel que soit le type de matériau hydraulique utilisé. Du fait de ce mode de fonctionnement, le dimensionnement de la chaussée est effectué de façon spécifique et se traduit par une réduction d'épaisseur de l'assise en grave hydraulique (voir, à ce sujet, l'Avis Technique N°140).

Fournitures

Les profilés ont une épaisseur de 0,7 à 1,0 mm, une longueur maximale de 2,90 m et leur hauteur, modulable entre 16 et 24 cm, est fonction de l'épaisseur finale de l'assise (hauteur du joint inférieure à hauteur de l'assise). Deux types de profilés sont disponibles.



Création, par vibro-fonçage et avant compactage, d'un sillon transversal dans la couche de matériau traité.



L'atelier de mise en œuvre des Joints Actifs®, procédé de fissuration des assises, mis au point par SACER.

Matériel de mise en œuvre

De 1990 à 1995, la mise en œuvre des joints était assurée par une machine équipée d'une roue trancheuse. Depuis 1996, on utilise une machine plus performante, dite "machine de seconde génération", qui applique le principe du vibro-fonçage (Brevet SACER, pour la France N°9601972, pour l'Europe N° 97 400 142 2).

Cette nouvelle machine permet un meilleur alignement des joints dans un profil en travers et l'insertion de joints de plus grandes dimensions, sans modifier ni leur positionnement dans le matériau, ni leur comportement dans la structure. L'atelier de pose du Joint Actif® s'insère immédiatement après le pré-réglage et avant le compactage du matériau et il comprend deux outils :

- Un outil d'ouverture du sillon par vibro-fonçage (machine de seconde génération), portée par une pelle hydraulique sur pneus qui en assure le transport, le positionnement et lui fournit l'énergie hydraulique nécessaire. Les fonctions de translation entre deux lignes de joints, de rotation de part et d'autre de l'axe de la chaussée pour placer les joints sur un même profil en travers, de descente et de remontée de l'outil de fonçage (temps et profondeur), sont normalement gérées par des automatismes à partir d'une télécommande, mais la possibilité d'une gestion manuelle de ces fonctions a été conservée.
- Un outil pour la fermeture du sillon, actuellement porté par un tracteur ou un petit chargeur. Cet outil est constitué de deux peignes qui, positionnés de part et d'autre du joint



Insertion, dans le sillon, d'un joint en profilé plastique rigide, de forme sinusoïdale.

et animés d'un mouvement alternatif, viennent fermer le sillon en appliquant le matériau contre le joint.

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.

Le 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.

Le enduit superficiel épais au bitume caoutchouc ou au 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 élastomère. 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 pour éviter une migration de liant.

Ce procédé est peu utilisé en France.

Le géotextile imprégné de bitume

Ce procédé consiste à répandre un film de liant bitumineux, puis un géotextile non tissé. Le géotextile sert de réservoir et 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, à moyen terme, la réalisation 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. ■

CIMbéton

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

Email : centrinfo@cimbeton.net - Site Internet : www.infociments.fr