

AVIS TECHNIQUE

CHAUSSEES **143**

PROCÉDÉS
ANTIFISSURES

FLEXIPLAST®

Entreprise : **EUROVIA Management**

18, place de l'Europe
92565 Rueil-Malmaison Cedex
Téléphone 01 47 16 38 00
Télécopie 01 47 16 38 01

Le FLEXIPLAST® est un procédé destiné à lutter contre la remontée des fissures ; son principe de fonctionnement est d'assurer un découplage des couches de chaussées qu'il sépare tout en maintenant l'adhérence entre ces couches. La membrane de liant active est protégée contre le poinçonnement par un enrobé coulé à froid répandu avant la couche finale.

Le dosage en liant de la membrane est ajusté suivant le site. Dans le cas de trafic élevé (supérieur ou égal à T0), la tenue à l'orniérage sera prise en compte.

Le procédé est mis en œuvre depuis 1990.

Ce procédé présente une efficacité antifissure élevée en laboratoire.

Sur site, cette technique permet l'imperméabilité du support et de différer la remontée des fissures.

Date : Septembre 2006

Validité : 7 ans

SOMMAIRE

I - Présentation du produit par l'entreprise.	page 2
II - Essais de caractérisation	page 7
III - Avis du Comité	page 11

I - PRÉSENTATION DU PRODUIT PAR L'ENTREPRISE

1. - DÉFINITION - DOMAINES ET LIMITES D'EMPLOI

1.1. - Définition

Le FLEXIPLAST® est un procédé anti-remontée de fissures basé sur le découplage des couches qu'il sépare tout en maintenant une parfaite adhérence entre ces couches.

Il fait l'objet du brevet français N° 90.01240.

Il est constitué d'une membrane de liant ELASTOPLAST en contact avec les fissures, surmontée d'un GRIPFIBRE, enrobé coulé à froid comportant des fibres. Ce dernier constitue un écran qui garantit l'intégrité de la membrane de liant vis-à-vis des risques de poinçonnement et de percolation inverse du liant dans l'enrobé de la couche supérieure lors de la mise en œuvre de cette couche.

Le procédé permet d'obtenir :

- une grande efficacité contre la remontée des fissures,
- l'étanchéité du support grâce à la membrane, cette étanchéité étant maintenue même en cas de remontée des fissures dans l'enrobé,
- le collage de la couche de roulement au support.

1.2. - Domaines d'emploi

Cette technique est destinée à l'entretien curatif de tous les types de structures de chaussées ; elle peut aussi être utilisée préventivement en construction neuve type structure semi-rigide.

Elle est compatible avec tous les types de support fissurés ou fissurables, quel que soit le trafic sous réserve des précautions mentionnées ci-après (cf. 4) pour les cas les plus difficiles.

1.3. - Limites d'emploi

Le procédé n'a pas directement un effet de renforcement mais il permet de prolonger la durée de vie de la chaussée en réduisant les conséquences dommageables de la fissuration.

La couche de roulement (type et épaisseur) doit être adaptée aux sollicitations liées au trafic de manière à bien protéger le complexe et à pouvoir résister elle-même à ces sollicitations.

Dans le cas d'utilisation du procédé sur des chaussées béton à dalle non goujonnées présentant de forts battements, on doit au préalable réduire ces battements (par clavetage, fracture des dalles ou toute autre technique adaptée).

2. - CONSTITUANTS

2.1. - Granulats

Les granulats de l'enrobé coulé à froid GRIPFIBRE (0/4 ou 0/6 mm) répondent aux spécifications de la norme XP P 18-545 relative aux granulats pour chaussées en retenant les granulats conformes à une utilisation pour couches de roulement en béton bitumineux.

2.2. - Liants

Le liant de la membrane est un bitume modifié par des élastomères type S.B.S. (Styrène Butadiène Styrene), l'ELASTOPLAST présentant une excellente élasticité à basse température (au moment de l'ouverture maximale des fissures).

Le liant de l'enrobé coulé à froid est une émulsion cationique à rupture lente et contrôlée, l'EMULVIA GRIP P. Le bitume de base de l'émulsion est un bitume modifié aux copolymères EVA (Ethylène Vinyle Acétate).

2.3. - Additifs pour l'enrobé coulé à froid GRIPFIBRE

Les additifs introduits dans l'enrobé coulé à froid GRIPFIBRE sont les suivants :

- régulateur de rupture de l'émulsion ; chaux hydratée ou ciment type CEM I,
- eau et additif ; un tensio-actif en solution aqueuse peut ou non être introduit dans le malaxeur, selon les conditions climatiques,
- fibres ; ce sont des fibres organiques de synthèse d'au moins 4 mm de longueur.

3. FORMULATION

L'épaisseur de la membrane est de 2 à 3 mm selon l'état de fissuration du support, le type de fissuration, la nature du matériau à l'origine des fissures, les conditions climatiques de la région où est situé l'ouvrage (extrêmes hivernales, écart hiver-été).

La formulation de l'enrobé coulé à froid GRIPFIBRE est celle définie dans l'Avis Technique N° 137 ; il comporte en particulier pour 100 % de granulats secs 0/4 ou 0/6 mm :

- 0,1 à 0,2 ppc de fibres sèches,
- 9 à 14 ppc d'émulsion soit 5,4 à 8,6 ppc de liant résiduel,
- un régulateur de rupture : ciment ou chaux.

Les fuseaux granulométriques du GRIPFIBRE sont les suivants (granulats et régulateur de rupture de l'émulsion) :

% passant au tamis	0/6	0/4
10 mm	100	-
6,3 mm	90/100	100
4 mm	60/80	90/100
2 mm	35/55	40/60
0,08 mm	6/10	6/10

4. - PARTICULARITÉS DE FABRICATION ET DE MISE EN ŒUVRE

4.1. - Préparation du support

La membrane étant constituée d'un liant anhydre, le support doit être propre et sec ; il doit présenter aussi un bon uni de surface. Les fortes épaufrures aux fissures, les marches d'escalier, les affaissements seront réparés avant répandage de la membrane (enrobé à chaud ou enrobé coulé à froid).

4.2. - Fabrication

Les liants modifiés entrant dans la composition du procédé sont fabriqués en usine fixe par l'entreprise.

Le GRIPFIBRE est fabriqué dans une centrale d'enrobage mobile montée sur camion ou remorque tractée. Elle est équipée d'un doseur à fibres breveté, de doseurs à pulvérulent et à granulats, de débitmètres pour les fluides. Le malaxeur comporte deux arbres horizontaux à palettes ; il est asservi au dosage des granulats. On évitera un prémouillage excessif des granulats qui pourrait induire des bavures car le support de l'E.C.F. constitué par la membrane est parfaitement étanche.

4.3. Mise en œuvre

- **de la membrane** : Le transport et le répandage de l'ELASTOPLAST sont assurés par un matériel classique moderne (citerne calorifugée avec système de réchauffage et brassage). La répandeuse est équipée, de plus, d'un réchauffage de la rampe. Elle travaille en automatique (microprocesseur en cabine pour le réglage et le contrôle).

- **de l'enrobé coulé à froid** : Le répandage de l'E.C.F. est assuré à l'aide d'un traîneau intégré à l'arrière de l'engin portant la centrale mobile qui le fabrique. Le traîneau est réglable en altimétrie et extensible. La centrale mobile assure le répandage de l'E.C.F. en roulant sur la membrane ELASTOPLAST. Des dispositifs d'arrosage des pneumatiques de la centrale mobile évitent tout collage à la membrane.

L'épaisseur répandue est (après compactage) de :

- 5 à 6 mm en 0/4,
- 7 à 8 mm en 0/6.

Le compactage de l'E.C.F. n'est pas une obligation ; réalisé avec un compacteur léger à pneus lisses, il permet de réduire les éventuels rejets.

4.4. - Couche de roulement

La couche de roulement doit être adaptée aux sollicitations du trafic (protection de la membrane, résistance propre de la couche de roulement aux sollicitations).

Le procédé FLEXIPLAST® assure à la fois l'étanchéité du support et la protection contre la remontée des fissures, objectif qui était celui des couches de roulement épaisses décrites dans le « Catalogue des structures types de chaussées neuves - Réseau routier national » (guide technique SETRA/LCPC 1998) et le guide « Dimensionnement des renforcements des chaussées souples » (guide technique SETRA/LCPC 1978).

Les épaisseurs minimales de béton bitumineux peuvent donc être réduites selon les valeurs données dans le tableau ci-dessous :

Trafic	Entretien	Chaussées neuves
≤ T2	MICROVIA, RUGOVIA ou GRIPFIBRE	3 à 4 cm BB
T1	3 à 4 cm BB	4 à 6 cm BB
≥ T0	4 à 6 cm BB	6 à 8 cm BB

Avec les remarques suivantes :

- dans le cas de chaussées neuves, il convient, d'une part d'augmenter l'épaisseur de l'assise pour conserver le même niveau de contraintes dans la couche la plus sollicitée, d'autre part de répandre la membrane sur un enduit de cure en parfait état ou sur un reprofilage préalable en E.C.F.,
- en entretien, une couche de roulement de 4 à 6 cm d'épaisseur est conseillée, quelle que soit la classe de trafic, dans le cas de zones particulières fortement sollicitées (notamment en site urbain ou sur tracé sinueux).

5. - PRISE EN COMPTE DES EXIGENCES ESSENTIELLES EUROPÉENNES

Le FLEXIPLAST® satisfait pendant toute sa durée de vie aux exigences du décret N° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant « l'aptitude à l'usage des produits de construction ».

Les exigences relatives à la résistance mécanique, la stabilité et la sécurité d'utilisation sont prises en compte dans le présent avis technique.

Pour les exigences concernant l'hygiène, la santé et l'environnement, l'entreprise précise que le FLEXIPLAST® ne comporte aucun produit qui puisse constituer une menace pour l'hygiène ou la santé, ni pour les personnes appelées à fabriquer et à mettre en œuvre ce procédé, ni pour les usagers et les riverains des voies sur lesquelles le FLEXIPLAST® aura été appliqué.

En particulier, le FLEXIPLAST® ne peut être source d'aucune contamination de l'eau ou du sol ni d'aucun dégagement de vapeur ou de gaz toxiques.

6. - DISPOSITIONS PRISES PAR L'ENTREPRISE POUR ASSURER LA QUALITÉ

6.1. - Constituants

Le contrôle de la qualité des constituants se fait d'une part sur les granulats, par le choix de carrières ayant elles-mêmes un P.A.Q. en vigueur ou en cours d'élaboration, et d'autre part sur les liants par une fabrication industrielle en usines certifiées ISO 9001:2000.

6.2. - Fabrication - Mise en œuvre et contrôle

Dans tous les cas, l'entreprise applique les dispositions de son Manuel Qualité pour que les caractéristiques du produit soient conformes à celles retenues lors de l'étude de formulation propre aux conditions locales de réalisation.

Lorsque les dispositions contractuelles le précisent, l'entreprise met en œuvre un P.A.Q.

7. - RÉFÉRENCES

Le procédé a été lancé en 1990 ; une surface de plus de 2,5 millions de m² a été réalisée.

Année	Site (localisation des sections)	Dép.	Nature des travaux	Surface (m ²)	Nature de la couche de roulement	Trafic	Maître d'ouvrage
2002	RN 60 Montargis	45	Entretien	19 300	BBM	T0	Etat
2001	RD 760 Ste-Maure-de-Touraine	37	Entretien	15 000	BBTM	300 PL/j	Conseil Général
2000	A 22	59	Entretien	50 000	BBME 0/14 classe 3	T0+	Etat
2000	RD 86 Monts	37	Entretien	15 000	BBMa	250 PL/j	Conseil Général
1999	A 22	59	Entretien	25 000	BBME 0/14 classe 3	T0+	Etat
1998	A 6 Tournus-Mâcon	71	Entretien	80 000	BBL + BBTM	TEX 600 PL/j/sens	SAPRR
1998	RD 751 Azay-le-Rideau	37	Entretien	22 500	BBMa	860 PL/j	Conseil Général

• Emulsion avant rupture

		Spécifications
pH de l'émulsion	MO LCPC	2,0 / 2,5
Teneur en eau (%)	NF EN 1428	39 / 41
Pseudo-viscosité Engler à 25°C (°E)	NF EN 12846	2 à 6
Homogénéité par tamisage	NF EN 1429	
Refus à 0,500 mm (%)		< 0,1
Refus à 0,160 mm (%)		< 0,25
Stabilité au stockage 7 jours (%) *	NF EN 12847	< 10
Essai de stabilité au ciment (g)	NF EN 12848	< 2

* Différence de teneur en eau entre haut et bas d'échantillon

• Liant stabilisé

		Spécifications
Pénétrabilité à 25°C (1/10 mm)	NF EN 1426	≤ 70
Température Bille et Anneau (°C)	NF EN 1427	≥ 50
Traction H2 (NF EN 13587 - NF EN 13703) Température 5°C et vitesse 100 mm/min		
Contrainte au seuil (MPa)		≥ 0,8
Allongement au seuil (%)		≥ 10
Contrainte à la rupture ou 400 % (MPa)		≥ 0,1
Allongement à la rupture (%)		≥ 100
Energie totale (J/cm ²)		≥ 3

2. - ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES FOURNIS PAR L'ENTREPRISE

2.1. - Essai RTFOT sur le liant ELASTOPLAST

Pénétrabilité à 25°C (1/10 mm)	40 à 60
Température Bille et Anneau (°C)	80 à 90

2.2. - Efficacité anti-remontée de fissure du FLEXIPLAST®

L'essai de retrait-flexion caractérisant l'efficacité anti-fissure, conduit conformément à la Note d'Information SETRA-CSTR/LCPC N° 57, a été réalisé par le LRPC d'Autun, avec une couche de roulement témoin en béton bitumineux 0/10 Pont Colonne au 50/70 de 6 cm d'épaisseur.

Complexe testé	Efficacité R
Béton bitumineux témoin en 6 cm	0,61
Sable riche en liant 70/100 en 2 cm + béton bitumineux témoin en 6 cm	1
FLEXIPLAST® (membrane 1,5 kg/m ²) + GRIPFIBRE 0/4 en 8 mm + accrochage à l'émulsion + béton bitumineux témoin en 6 cm	1,2
FLEXIPLAST® (membrane 2 kg/m ²) + GRIPFIBRE 0/4 en 8 mm + accrochage à l'émulsion + béton bitumineux témoin en 6 cm	1,53
FLEXIPLAST® (membrane 3 kg/m ²) + GRIPFIBRE 0/6 en 8 mm + accrochage à l'émulsion + béton bitumineux témoin en 6 cm	> 1,6 *

* Limite machine d'essai

2.3. - Imperméabilité

Sur les éprouvettes ayant subi l'essai de retrait-flexion (ouverture totale de la fissure de 9 mm), un essai d'étanchéité avec une charge d'eau de 30 cm montre, après un mois, que la membrane du complexe FLEXIPLAST® constitue une couche imperméable.

2.4. - Orniérage

La structure composée comme suit : BB 0/14 sur 6 cm, FLEXIPLAST® sur 1 cm (GRIPFIBRE 0/6 sur 8 mm et membrane à 2,5 kg/m²), BB 0/10 support sur 3 cm, a donné une profondeur d'ornièrisme exprimée en pourcentage, de 8 % à 30 000 cycles et à une température de 45°C.

2.5. - Adhérence des couches

L'adhérence entre les couches a été testée par comparaison sur des éprouvettes représentant deux complexes, l'un avec FLEXIPLAST®, l'autre sans. L'essai de traction a été réalisé avec l'appareil DYNATEST à une vitesse de 1,65 mm/min et à une température de -10°C.

Structure	Adhérence	Type de rupture
6 cm BB 0/10 au bitume 35/50 + 1 cm FLEXIPLAST® + 3 cm RUGOVIA M	> 2 MPa	Pas de rupture
7 cm BB 0/10 au bitume 35/50 + 3 cm RUGOVIA M	< 2 MPa	Rupture à l'interface

III - AVIS DU COMITÉ

Le présent avis constitue un renouvellement de l'Avis Technique N° 81 délivré en mai 1994 et porte sur le procédé FLEXIPLAST® visant à limiter la remontée des fissures transversales de retrait thermique des assises traitées aux liants hydrauliques ou des joints de dalles en béton à la surface des chaussées.

Les modifications portent sur une actualisation des dénominations et caractérisations des produits d'entreprise, en particulier le liant du GRIPFIBRE en cohérence avec l'Avis Technique N° 137.

1. - CARACTÉRISTIQUES DU PROCÉDÉ - COMPORTEMENT

Le procédé FLEXIPLAST® est constitué d'une membrane épaisse de liant modifié, d'épaisseur 2 à 3 mm, recouverte et protégée par un enrobé coulé à froid GRIPFIBRE.

En laboratoire, le procédé montre une très bonne efficacité contre la remontée des fissures avec une absence de décollement des couches.

Sur chantiers avec structure en grave-hydraulique, un suivi de cette technique utilisée en entretien sur plusieurs sections avec un recul de 6 hivers avait été réalisé par l'Observatoire des Techniques de Chaussées (Note d'Information SETRA N° 93 d'avril 1997) : le jugement était prometteur mais non définitif mais signalait un comportement moins favorable lorsque le support était un enduit superficiel. Un complément de suivi jusqu'à 9 hivers de ces chantiers conduit, avec une forte variabilité, à un indice de fissuration tel que défini par la Note d'Information SETRA N° 93 en moyenne de 50 après 8 hivers : la remontée des fissures est différée de 3 à 4 ans par rapport aux sections témoins sans procédé antifissure.

L'examen d'autres chantiers pour l'instruction du renouvellement de cet avis technique n'a pas permis de montrer, pour les cas les plus difficiles (fissures actives, trafic important), une efficacité réelle du procédé utilisé en entretien sur des chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques fissurées : la remontée des fissures sur l'un de ces chantiers a été différée de 3 ans par rapport à une section témoin mais avec une couche de surface plus épaisse. L'objectif visé de ne pas colmater les fissures avant le renouvellement normal de la couche de roulement n'a pas été atteint.

Dans le cas particulier d'une chaussée béton à trafic lourd et dont les joints avaient été préalablement clavetés (battement < 20/100 mm), le procédé FLEXIPLAST® a montré globalement une très bonne efficacité.

On a pu constater la continuité de la membrane au droit de fissures réapparues en surface. Une imperméabilisation de l'assise est ainsi assurée en pleine surface.

Aucun chantier où le procédé est utilisé lors de la construction de chaussées neuves à assises traitées aux liants hydrauliques n'a été observé.

2. - FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

Pour les règles de l'art à appliquer, on pourra se référer aux prescriptions :

- du fascicule 26 du CCTG relatives aux liants pour ce qui concerne la fabrication et l'application de la membrane,
- du fascicule 27 du CCTG et de la norme NF P 98-150 pour ce qui concerne l'enrobé coulé à froid,
- aux indications du présent avis.

3. - ÉTAT DE DÉVELOPPEMENT DU PRODUIT

Le procédé FLEXIPLAST® est appliqué depuis 1990 avec des réalisations sur une surface de plus de 2,5 millions de m².

4. - CHANTIERS AYANT FAIT L'OBJET D'UN SUIVI PARTICULIER

Année	Site (localisation des sections)	Nature des travaux	Nature de la couche de roulement	Trafic	Maître d'ouvrage
2002	RN 60 G PR 25 + 1060 à 27 + 080 déviations d'Amilly	Entretien Structure mixte	BBM (bitume modifié)	T0	Etat
2001	RD 760 déviations Est de Ste-Maure-de-Touraine	Entretien Structure semi-rigide	BBTM	T2	Conseil Général d'Indre et Loire
1998	RD 751 déviations d'Azay-le-Rideau	Entretien Structure semi-rigide	BBMa	T1	Conseil Général d'Indre et Loire
1996	RN 7 D PR 57 + 950 à 61 + 740 déviations de Briare	Entretien Structure semi-rigide	BBM (bitume modifié)	T1	Etat
1992	RN 60 PR 66 + 900 à 67 + 800	Entretien Structure semi-rigide	BBM (bitume pur)	T0	Etat
1992	RN 165 PR 52 + 460 et 54 + 170	Entretien chaussée béton clavetée	4BBM	T0	Etat

Document réalisé et édité par le Comité Français pour les Techniques Routières
 CFTR - 10 rue Washington - 75008 PARIS - France
 Téléphone : 01 44 13 32 84 - Télécopie : 01 42 25 89 99
 E-mail : cftr@usirf.com - Internet : www.cftr.asso.fr

Disponible en téléchargement sur www.cftr.asso.fr
 Référence du document : **RA 0602**