

**ENROBES BITUMINEUX
TRAITES AVEC LA
FIBRE DE VERRE**

Mr. A. TAIBI (C.N FES)

**Mr. B. MILOUD
(ENTREPRISE EL HAJJI ABDELLAH)**

SOMMAIRE

- **Introduction**
- **Présentation de cette technique**
- **Enrobés bitumineux armés avec des fibres de verre en Couche Normale**
- **Mise en oeuvre**
- **Enrobés bitumineux armés avec des fibres de verre en Couche Mince**
- **Résultats du suivi du comportement de cette technique**
- **Conclusion**

RESUME

Dans le but d'innover en techniques routières, la Direction des Routes et de la Circulation Routière a procédé à deux expérimentations d'enrobés traités à la fibre de verre sur la RP 20 et la RS 320 à Fès .

- La première porte sur l'enrobé à chaud classique 0/10 .
- La deuxième sur l'enrobé à chaud discontinue "mince" 0/10 .

Ce produit a été présenté par l'entreprise EL HAJJI Abdellah lors de la journée du 22/01/93 organisée à Fès .

Ces expérimentations ont été menées en étroite collaboration avec la DRTP de Fès, la DPTP de la Wilaya de Fès, le CNER, le LPEE et l'entreprise

Elles consistent à traiter l'enrobé classique et mince en injectant de la fibre de verre au moment du malaxage. L'incorporation de fibre de verre dans l'enrobé fixe le film de liant autour des granulats. Cette technique présente les avantages suivants:

- Elimination du ressuage;
- Amélioration du module de rigidité;
- Résistance à l'orniérage;
- Augmentation de la tenue à la fatigue;
- Amélioration de la résistance mécanique;
- Augmentation de la durée de vie de l'enrobé;
- Possibilité d'économie (diminution des épaisseurs).

Ces expérimentations ont été réalisées sur deux sections subissant des conditions de circulation et de freinage rigoureuses afin de prouver l'efficacité de cette technique par rapport aux techniques classiques .

I/ INTRODUCTION:

Si la technique d'introduire des fibres de verre dans les enrobés est nouvelle, l'histoire est par contre ancienne.

En effet la nature nous offre plusieurs exemples de fibres d'origine végétale, animale et minérale que l'homme a su mettre à son profit depuis déjà plusieurs siècles. Par exemple:

- La terre armée d'amiante pour les poteries (2.500 ans avant J . C.).
- Les briques d'argile coulées dans les moules en bois et armées de pailles.
- La terre argileuse pour monter des murs d'habitation, renforcée de morceaux de pailles.
- L'amiante ciment (découverte en 1901).

Toutes ces techniques anciennes ont pour but de renforcer et de fixer les différentes composantes d'un matériau en vue de lui donner une rigidité meilleure et par conséquent une durée de vie plus grande.

Le traitement des enrobés en fibre de verre est une technique nouvelle, mais qui s'inspire de l'histoire ancienne.

Cette technique innovante présente l'avantage d'améliorer les performances mécaniques des enrobés bitumineux et de fixer le bitume sur les granulants en empêchant le ressuage.

II/ PRESENTATION DE LA TECHNIQUE DES ENROBES TRAITES AVEC LA FIBRE DE VERRE

L'entreprise EL HAJJI ABDELLAH a pris l'initiative de proposer à la Direction des routes lors de la journée du 22/ 1 /93 organisée à FES d'expérimenter cette nouvelle technique de maintenance des chaussées basées sur l'incorporation de la fibre de verre dans l'enrobé bitumineux .

Cette première rencontre a eu pour objectif la présentation des caractéristiques de la fibre qui offre les avantages suivants:

- 1 - Produit dosable.
- 2 - Utilisé à faible concentration ($< 3 \text{ KG} / \text{Tonne d'enrobé}$)
- 3 - Sans égouttage .
- 4 - Insensible à l'eau
- 5 - Faible investissement en matériel.
- 6 - Aucune modification sur le matériel classique.
- 7 - Fibre fine et flexible.
- 8 - Résiste mieux à la traction,
- 9 - Sans danger pour la main d'oeuvre;
- 10 - Agit uniquement sur le comportement physique de l'enrobé.

A noter que cette journée a été organisée conjointement par l'entreprise EL HAJJI Abdellah et la société ISOVER faisant partie du groupe Saint - Gobain qui commercialise la fibre de verre

A l'issue de cette journée, il a été décidé de procéder à deux planches d'expérimentation:

- 1- Enrobé 0/10 classique épaisseur 6 cm.
- 2- Enrobé 0/10 discontinue en couches minces 2 à 3 cm.

* La première planche a été réalisé sur la RP.20 en section suburbaine à Fès (7000 véhicule/ j dans le sens centre ville) .

* La deuxième planche a été réalisé sur la rocade périphérique de la ville de Fès au PK. 3 +200 au niveau du passage O.N.C.F. et accès au marché de gros BENSOUDA.

Un programme de travail a été arrêté en commun accord et une fiche technique a été établie.

L'entreprise a procédé alors aux essais de laboratoire concernant l'apport de la fibre de verre dans le comportement du bitume et aussi l'amélioration des performances mécaniques de l'enrobé bitumineux. Ces essais ont révélé des résultats encourageants à savoir:

*** Bitume 40/50:**

- Diminution de la susceptibilité thermique du bitume par augmentation de la température bille anneau et diminution de la pénétration à 25 c.

*** Enrobés bitumineux:**

- Meilleur comportement au ressuage.
- Amélioration des performances mécaniques (résistance marshall et LCPC).
- Bonne résistance au fluage et à l'orniérage.
- Accroissement des compacités.

A/ ENROBES BITUMINEUX EN COUCHE NORMALE (6 CM):

III/ SECTION D'EXPERIMENTATION:

Le choix a été fixé sur une section dont les travaux étaient en cours dans la ville de FES. Il s'agit de la RP.20 en site urbain entre les PK. 5 + 650 et PK.6.

a) Données sur le trafic.

Un comptage visuel a été effectué par le C.N.E.R.

comptage, effectué entre 6 heures du matin et 8 heures du soir pendant trois jours, a donné les résultats suivants:

- * Volume dans le sens centre ville : 7000 v / j
- * Pourcentage des poids lourds : 24 %
- * Voie la plus chargée : voie centrale

A noter que cette section choisie comporte une chaussée de 14 m de large

b) Donnée sur le sol:

Le sol est limoneux graveleux caractérisé par:

* 55 % d'éléments fins < 0,08 mm

* 5 % d'éléments > 2mm

* IP = 16

* C . B . R . = 10

* Classe sol: (SI à S2)

c) Structure en place:

La structure en place comprend:

* Couche de base et fondation: 16 cm pierre cassée

* Couche de roulement : 6 cm E . B .

d) Déflexion avant renforcement:

La valeur de la déflexion sur cette section est comprise entre 71 et 125.

e) Etat de surface:

La section présente des fissurations et un léger faïençage avec quelques déformations localisées.

f) Choix de la voie:

On a cherché à retenir la voie la plus circulées et la plus chargée présentant une déflexion régulière. La voie centrale à l'approche du carrefour Atlas du côté droit dans le sens centre ville est celle que répond mieux à ces critères. Sa longueur est de l'ordre de 200 m.

IV/ STRUCTURE DE RENFORCEMENT:

L'étude de renforcement effectuée par le L . P . E . E . sur cette section propose une structure de renforcement de 6 cm EB.

V/ ETUDE DE FORMULATION:

L'étude de formulation établie par le CERIT du LPEE à Casablanca donne les caractéristiques suivantes:

- * Fuseau : 0/10 mm
- * Liant utilisé : BP 40/50
- * Dosage en liant: 5,7 %
- * Dosage en fibre de verre : 3 KG / tonne d'enrobés.

performances de l'enrobé:

- * Résistance à la stabilité Marshall 1.100 KG.
- * Résistance L . C . P . C . : 155
- * Compacité Marshall : 97
- * Fluage Marshall : 3 mm

Granulats:

- * L A = 21
- * Forme = 10
- * Propreté < 1,5
- * Masse spécifique = 2,77

Bitume 40 /50

- * point de ramollissement (B et A) = 51 c
- * pénétration (25 c) = 47
- * perte à la chaleur = 0,31
- * Densité = 1,03
- * point d'inflammabilité = 296 c

B) ENROBES BITUMINEUX EN COUCHE MINCE

VI / SECTION D'EXPERIMENTATION:

Le choix a été fixé sur une section de la rocade périphérique entre les PK. 3 + 700 et 3 + 850.

Cette section ne présente pas de déficit structurel et connaît simplement un ressuage.

La chaussée à une largeur de 7m.

a) Données sur le trafic

Le trafic sur cette section se monte à 2.200 v / j dont 50 % de poids lourds.

Le trafic est de classe T1

b) Données sur le sol:

Le sol en place est une argile tireuse caractérisée par:

- * 89 % d'éléments fins $< 0,08$ mm
- * 7 % d'éléments > 2 mm
- * IP = 22
- * C . B . R . = 6
- * Classe sol: S1)

c) Structure en place:

La structure en place comprend:

- * 8 cm de pierre cassée
- * 30 GNA + RS

d) La déflexion avant renforcement

La valeur de la déflexion sur cette section est comprise entre 30 et 50.

e) Etat de surface:

La section présente seulement un ressuage, son uni est correct.

VII / ETUDE DE FORMULATION:

L'étude de formulation établie par le CERIT du LPEE à Casablanca donne les caractéristiques suivantes:

- * Fuseau : 0/10 mm discontinu 4/6
- * Liant utilisé : BP 40/50
- * Dosage en liant : 5,4 %
- * Dosage en fibre de verre: 3 KG / tonne d'enrobés.

Mélange granulaire:

- 53 % de sable de concassage d'EL-BHALIL. (0/4)
- 47 % de gravette d'EL-BHALIL 6/10

Résultats de 1' essai Duriez:

Essai L.C.P.C	Dosage Bitume				
	5,2	5,4	5,6	5,7	5,8
Compacité	94	95,1	96,7	97,2	95,8
R . C . à 24 h	113	130	138	154	130
RH / RS	0,82	0,86	0,77	0,86	0,75

VIII/ ORNIERAGE:

Les essais d'orniérage effectués par le C. N. E. R. ont donnés les résultats suivants:

	Mélange sans Fibre	Mélange avec Fibre	Norme L.C .P.C.
Après 1000 cycles	5,1 mm	4 mm	< 10 mm
Après 5000 cycles	8,4 mm	5,7 mm	< 20 mm

On remarque que la fibre de verre réduit l'évolution de l'orniérage.

IX/ MISE EN OEUVRE:

I / - Enrobés 0 / 10 classique:

Date : le 11 /02/1994 en début d'après-midi
Temps : Ensoleillé
Matériel : 1 - Centrale MARINI discontinue 100 T / H.
1 - Machine doseuse de fibre de verre.
1 - Chargeur 95 OE CAT
5 - Camions Volvo N 1020.
1 - Finisher C 252 MARINI
1 - Compacteur à pneu CAT 21 Tonnes
1 - Tandem à jantes lisses 7,5 T.
1 - Répandeuse d'émulsion.

Sur la section choisie on a réalisé une bande 3,50 ML avec de l'enrobé 0/10 traité avec la fibre de verre; à coté de cette bande la même épaisseur d'enrobé sans fibre a été mise en œuvre à titre de comparaison.

Ont assisté à la mise en oeuvre, le CNER, le LPEE, la DRTP et DPTP de FES.

2/ Couche mince E . B . 0 / 10 - discontinu 4/6:

Dans les mêmes conditions, une planche expérimentale d'enrobé bitumineux en couche mince a été réalisée le 15/2/93 sur la RS. 320 PK. 3 +700 à 3 + 850.

sur une longueur de 200 ml et une largeur de 3,5 m. Sur la section la plus circulée.

La section contiguë a été exécutée en enrobés 0/10 discontinu sans fibre et servira comme section de comparaison.

Un suivi de comportement par le CNER a été défini les premiers résultats de l'intérêt de cette technique sont présentés dans ce qui suit:

C) RESULTATS DU SUIVI DU COMPORTEMENT:

Le suivi du comportement dans le temps des planches réalisées est assuré par le Centre National d'Etudes et de Recherches Routières.

Le programme du suivi étalé sur 5 années comprend les essais suivants:

Mesures in-situ	Périodicité
Relevé visuel	6 mois
Tache au sable	1 an
Pendule S . R . T .	1 an
Déflexion	6 mois
Uni (Bump)	6 mois

La 1ère campagne a débuté au mois de Mai 93 soit 2 mois après la réalisation des travaux.

1) - Enrobé en couche normale armé (6 cm) sur la RP . 20:

1-1/ Relevé visuel:

Le relevé visuel effectué montre que l' état de surface de la chaussée est bon et sans anomalie apparente. De plus, il n' y a pas de signes de ressuage.

1-2/ L' U N I

- La valeur moyenne de I'uni avant renforcement était de l'ordre de 3300.

- Après renforcement, la valeur moyenne de l'uni est devenue: 2140. L'uni est donc bon, car on ne dépasse pas le seuil de 2500.

1-3/ La Déflexion:

Les mesures de déflexion ont été réalisé avant et après le renforcement de la chaussée.

Les résultats sont illustrés sur les graphiques en annexe.
On constate que:

L'ajout de la fibre de verre a nettement augmenté la portance de la chaussée en la comparant à la portance de la section renforcé sans fibre.

1-4/ la hauteur au sable:

Les hauteurs au sable estimées à l' aide de l' essai de la tache au sable sont comme suit

	Section avec fibre	Section sans fibre
H (mm)	0,5 mm	0,24 mm
Marge de variation	0,47 - 0,60	0,22 - 0,25

- La texture de la section traitée avec fibres est réputée moyenne.
- La texture de la section sans fibres est réputée fine.

1-5/ Coefficient de frottement:

Le frottement a été évalué à l'aide du pendule S . R . T .

Les résultats obtenus sont:

- Section avec fibre: 0,50
- Section sans fibre: 0,24

Aussi la rugosité est de qualité passable .

2) Enrobés armé en couche mince sur RS . 320:

2-1/ Relevé visuel:

Le Relevé visuel a montré que l'état de surface est bon, surtout que le ressuage dont souffre cette section avant le renforcement a disparu.

2-2/ L'UNI:

La valeur moyenne de l'uni après renforcement est égale à 1600; c'est un bon uni.

2-3/ La déflexion:

Les valeurs de la déflexion avant renforcement et après renforcement sont illustrés dans les graphiques ci-joint.

La valeur moyenne ne dépasse pas: 45, ceci avec et sans fibre.
La section est donc de bonne portance.

2-4/ Hauteur au sable:

Les valeurs mesurées sont:

- Hauteur moyenne avec fibre = 0,5
- Hauteur moyenne sans fibre = 0,28

La texture de la section sans fibre est fine .

2-5/Frottement

Le coefficient de frottement mesuré au pendule est de l'ordre de 0,49
La rugosité est passable.

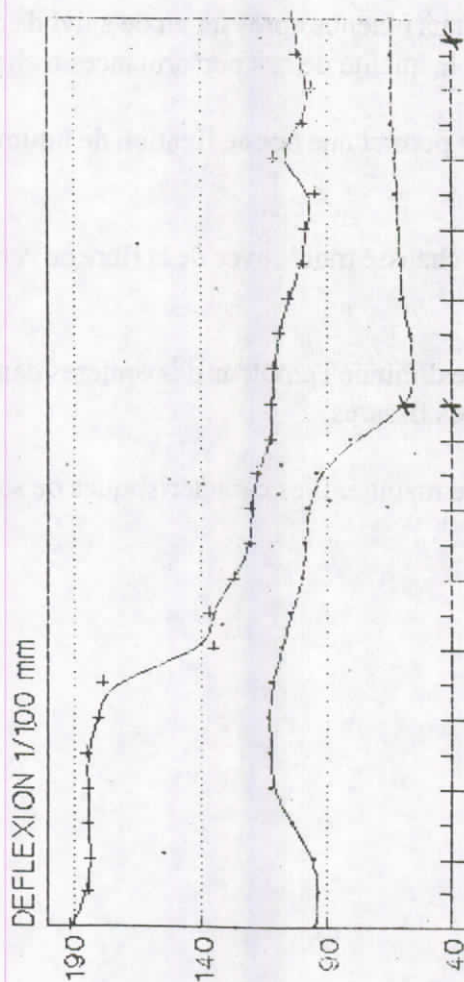
CONCLUSION

La technique des enrobés bitumineux armés avec des fibres de verre est une technique innovante qui présente des performances mécaniques meilleures que celles des enrobés bitumineux classiques .

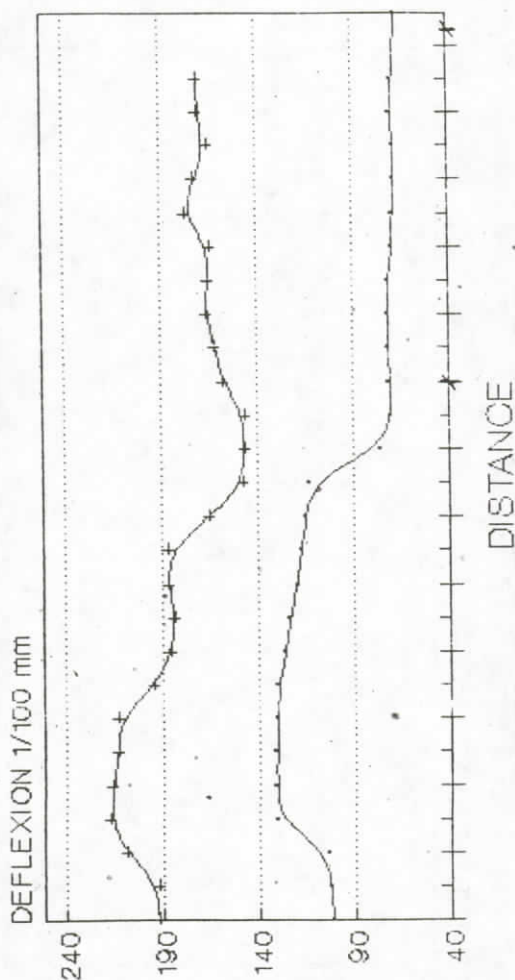
En effet, les résultats obtenus après un an de suivi de comportement par le C.N.E.R. confirment la qualité de ces performances techniques à savoir:

- La fibre de verre permet une bonne fixation de bitume sur les granulats et empêche le ressuage .
- la portance de la chaussée traitée avec de la fibre de verre est meilleur que celle sans fibre.
- La fibre de verre diminue l'ampleur des ornières dans l'enrobé traité et empêche la remontée des fissures.
- La fibre de verre maintient les caractéristiques de surface de chaussée (rugosité, texture).

ENROBE ARMA SUR RP 20 VALEURS DE DEFLEXION



ENROBE ARMA SUR RP 20 VALEURS DE DEFLEXION

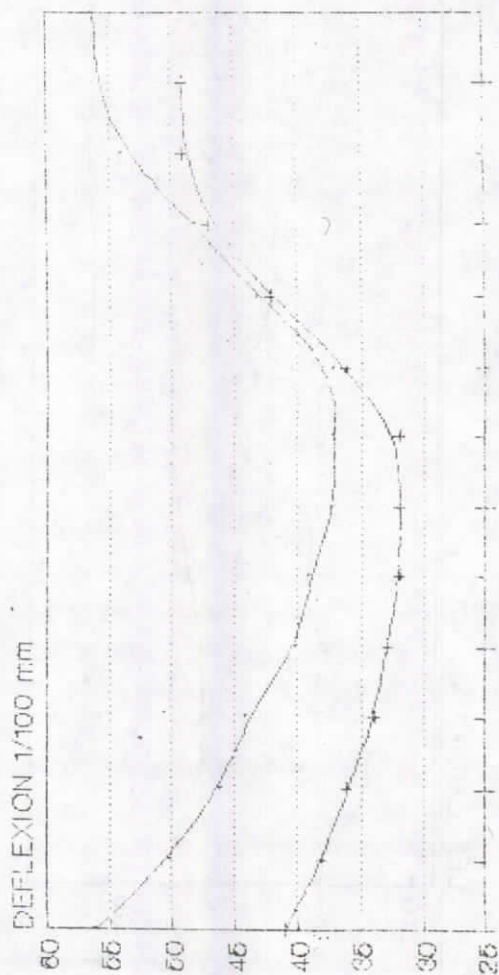


--- AVRIL 1993 +--- JANVIER 1993

RIVE (VERS LE CARREFOUR ATLAS)

ENROBE ARMA SUR LA RS 320

VALEURS DE LA DEFLEXION

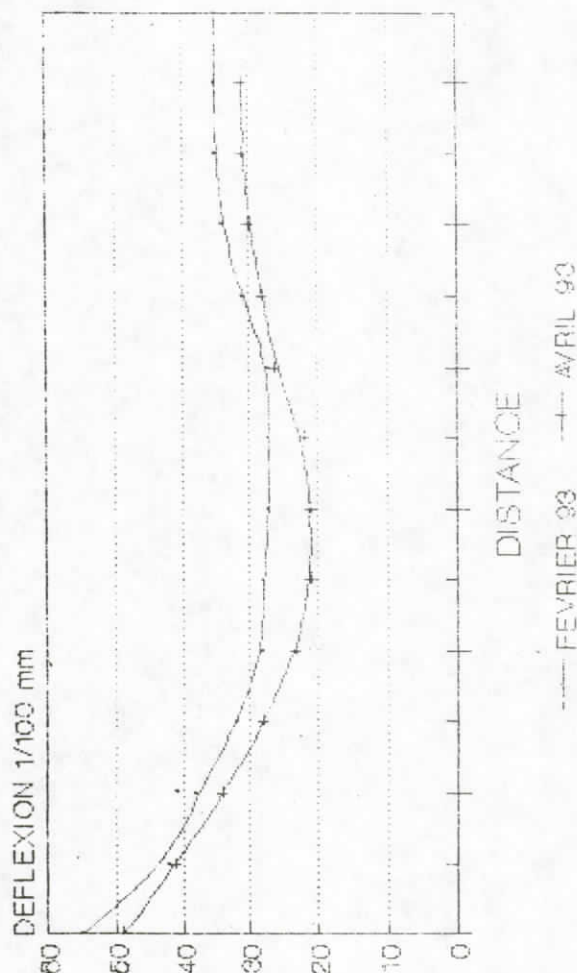


FEVRIER 93 - 1 - AVRIL 90

RIVE ALIER (34971 - 31571)

T24

ENROBE ARMA SUR RS 320 DEFLEXION MESUREE LE 12/02/1993



T24

AXE ALLIER (3-071 - 3-670)