

TECHNIQUES INNOVANTES POUR L'ENTRETIEN ROUTIER

Cas de la voie de contournement de Rabat

Par M. SAFIR / GTR

INTRODUCTION

Le Maroc dispose d'un réseau routier revêtu à fort trafic dont une partie est dans un état de dégradation avancée. L'évolution du trafic poids lourd, à l'occasion de l'ouverture progressive du Maroc au commerce international, reste une cause essentielle d'une telle évolution.

Face à cette situation, l'administration marocaine s'est inspirée de l'expérience à l'international pour réhabiliter ces axes à fort trafic tout en introduisant des techniques innovantes ayant pour objectif de répondre aux besoins pris comme hypothèses lors de l'étude de dimensionnement.

Le présent article relate la remise en l'état de la voie de contournement de la ville de Rabat, par le biais des techniques innovantes, introduisant l'utilisation de procédés et matériaux performants.

I – DONNÉES ET ÉTAT DE LA CHAUSSEE EXISTANTE

1- Trafic et structure existante.

La voie de contournement de Rabat est une prolongation de l'autoroute Rabat-Tanger. La section objet de cet article se situe entre le PK 8+500 et le PK19+000. Le trafic poids lourd transitant par cette voie est un trafic spécial en évolution continue et d'une agressivité élevée.



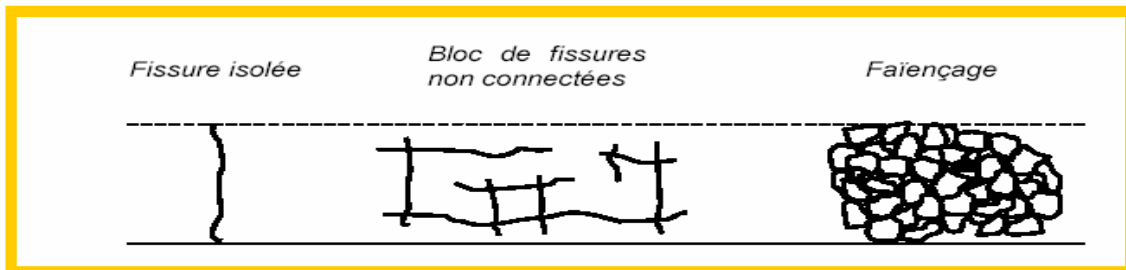
La structure existante est constituée principalement d'une structure souple avec couche bitumineuse en enrobés classiques GBB et BB présentant des dégradations avancées.

L'agressivité du trafic, a donné lieu, au fil des années à des dégradations de différentes sortes tels que fissures, déformations et orniérage.



Les types de fissures relevées sont au nombre de trois à savoir :

- fissures isolées
- bloc de fissures non connectées
- Faïençage, appelé aussi « peau de crocodile »



Ce genre de dégradation est fortement témoin d'un déficit structurel chronique, qui plutôt sera traité, plus les dépenses seront limitées.

Par conséquent un renforcement structurel s'impose.

II- PROBLEMES POSES EN CAS D'UN ENTRETIEN CLASSIQUE

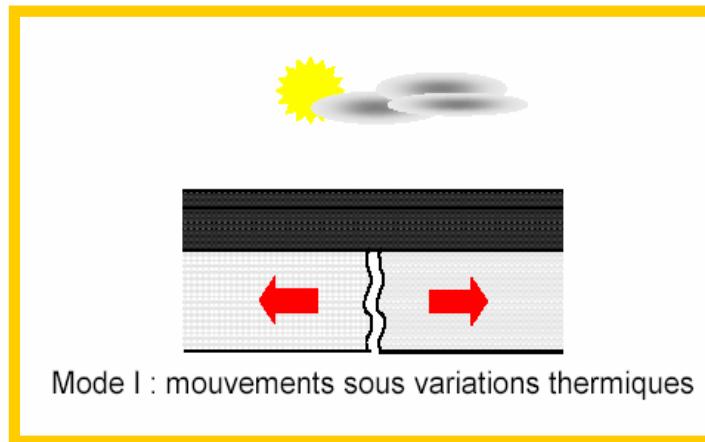
Si l'étude de la remise en l'état de la chaussée se fait de façon classique, c'est-à-dire en rechargeant avec une grave bitume et béton bitumineux ; cette solution n'est pas sans présenter un risque et nous pouvons citer quelques inconvénients :

1- remontée de fissuration.

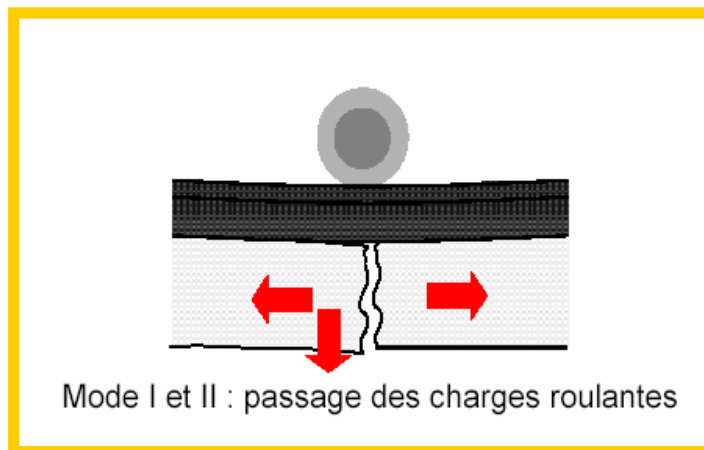
Dans le cas d'un renforcement par des enrobés classiques, les mouvements des lèvres des fissures seront transférés à la base des futures couches de renforcement. Deux modes principaux de mouvements des lèvres des fissures sont possibles :

Mode 1 : Les changements de températures jour et nuit et entre les saisons été et hiver, causent des dilatations et contractions des sections comprises entre deux fissures

existantes. Ces mouvements horizontaux alternent entre l'ouverture et la fermeture des fissures. (voir figure mode 1)



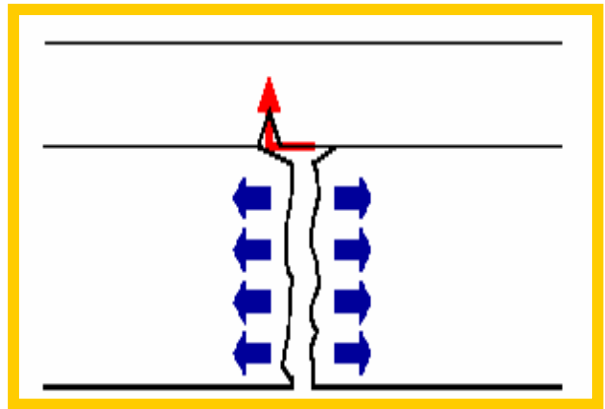
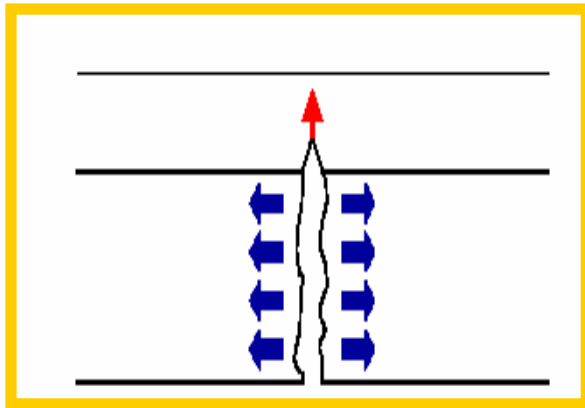
Mode 2 : les véhicules et plus particulièrement les essieux des camions qui passent au droit de la fissure ou à proximité, induisent des mouvements horizontaux et verticaux des fissures (voir figure mode 2)



Le développement des fissures, dans la couche de surface sous l'action des différentes sollicitations se fait en trois étapes induites par les mécanismes déjà cités :

- ✓ Propagation lente de la fissure au travers des couches de surface.
- ✓ Rupture totale correspondant à l'apparition de la fissure en surface.

Les fissures peuvent se propager verticalement, sans affecter le collage entre les différentes couches. Il est aussi fréquent d'observer une phase de propagation de la fissure dans l'interface, c'est-à-dire horizontalement avant de répartir verticalement (voir figures ci après)



2 - Orniérage par fluage

Dans le cas d'une solution classique et avec un tel trafic, le dimensionnement aboutirait à une structure de renforcement d'une épaisseur totale de 20 cm (14 GBB +6EB).

Un entretien basé sur cette solution peut induire (outre les inconvénients qu'il présente et qui sont cités ci-dessus) des problèmes d'orniérage par fluage des couches bitumineuses. (Voir photo)



Ce phénomène est lié principalement dans ce cas à l'importance des épaisseurs d'enrobé à mettre en œuvre, au trafic intense fortement agressif et à la nature des matériaux.

La grave bitume et l'enrobé bitumineux sont formulés à partir d'un bitume de grade 40/50 donc relativement moins dur. Le seuil de 10% d'orniérage exigé par la norme sur GBB et BB est insuffisant pour garantir une résistance à l'orniérage dans les conditions déjà évoquées.

3- Récapitulatif des problèmes posés en cas d'une maintenance classique.

Pour récapituler et en cas d'une maintenance classique, les problèmes suivants seront posés avec acuité :

- Remontée de la fissuration à travers les futures couches de renforcement.
- Probabilité d'orniérage par fluage au cours de la durée de service.
- Rechargement important des accotements avec un minimum de 20 cm.

- Problème de seuil : Mise à niveau des bordures.
- Et enfin, il est clair que le délai de réalisation est plus long relativement à la solution innovante qui a été retenue, et qui sera développée ci- après.

III- SOLUTION INNOVANTE

La solution retenue repose sur des techniques innovantes avantageuses récapitulées comme suit :

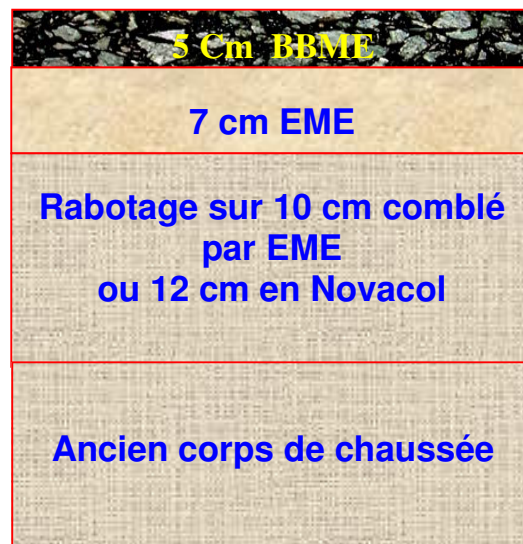
- Retraitement à froid en place, appelé procédé **Novacol**
- Utilisation des matériaux à performances mécaniques meilleures à savoir :
 - Enrobés à module élevé EME 0/14 de classe 2 conformément à la norme NF P 98-140: « COLBASE » (nom générique GTR)
 - Béton Bitumineux à module élevé BBME 0/10 de classe 3 selon la norme NF P 98-141.
- Rabotage des sections fortement dégradées et rechargement par un enrobé à module élevé EME de classe 2

1 Consistance des travaux d'entretien

Les travaux d'entretien réalisés sur la section de la voie de contournement de Rabat situé entre le PK 8 et PK 19 consistent à :

- Raboter 10 cm de la voie lente en sections discontinues
- Recharger en EME C2
- Retraiter in situ à froid en sections discontinue, sur 12 cm d'épaisseur
- Mettre en œuvre un tapis généralisé en EME classe 2 sur 7 cm suivi d'un tapis en BBME classe 3 de 5 cm d'épaisseur.

Le schéma suivant illustre les étapes de remise en état de la chaussée existante suivant la solution retenue :



Il est bien évident que l'épaisseur totale de renforcement en matériaux performants (5 BBME +7EME) est moins importante que celle de la solution classique (6BB+14GBB) .

2- Avantage des nouvelles techniques par rapport aux solutions classiques.

2.1- Retraitement à froid in situ : « Novacol ».

Novacol est un procédé industriel de recyclage et retraitement de chaussée en place à froid, à l'émulsion de bitume. L'émulsion utilisée est une émulsion spéciale S60 permettant de régénérer le liant des couches traitées.

Le matériau en place est fraisé, retraité, malaxé et mis en cordon puis appliqué à l'aide d'un finisseur et suivi du compactage.



Par ailleurs, les avantages de cette technique peuvent être résumés comme suit :

- Rendement de l'ordre de 5000 à 10 000 m² par jour
- Gêne réduite aux usagers, remise en circulation rapide et possibilité de traiter en sections discontinues selon l'état de la chaussée à renforcer.
- Respect de l'environnement et valorisation des matériaux en place.
- Préservation de l'état du réseau routier desservant la section à traiter
- Amélioration de l'uni longitudinal et du profil transversal.
- La restructuration des couches dégradées et réparation des fissures éliminant ainsi la possibilité de remontée de fissuration

2.2- Enrobés à module élevé EME de classe 2 « COLBASE »

COLBASE est un enrobé bitumineux à module élevé EME de granularité 0/14 conforme à la norme NF P 98-140. Le liant utilisé est un bitume spécial dur.

Le tableau suivant récapitule les exigences de la norme NF P 98-140 pour ce type de produit.

CARACTERISTIQUES	EME 0/14 C2
Essai Duriez (NF P 98-251-1) • Rh/Rs	$\geq 0,75$
Essai PPCG (NF P 98-252)	$\leq 6\%$

% vide 100 girations	
Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)	$\leq 7,5\%$
Essai module complexe NF P 98-260-2 à 15 °C	≥ 14000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10 °C	$\geq 130\mu\text{d}\acute{\text{e}}\text{f}$

Les avantages de l'EME par rapport à la GBB :

- Réduction importantes des épaisseurs par rapport à la grave bitume classique



- Economie intéressante pour les abords qui sont déjà aménagés (accotement, bordures ...)
- L'EME est insensible à l'orniérage et donc particulièrement bien adapté à la voie de contournement de Rabat.



2.3- Béton Bitumineux à module élevé BBME de classe 3 « BETOFLEX HP »

Le Bétoflex HP est un béton bitumineux à module élevé BBME de classe 3 conforme à la norme NF P 98-141. Le liant employé est le COLFLEX, il s'agit d'un bitume routier modifié par des élastomères.

Le retour élastique du liant modifié à 25 °C est supérieur à 60%

Le liant ainsi modifié présente un intervalle de plasticité élargi, une bonne cohésivité aux températures de service ainsi qu'une excellente adhésivité et une résistance importante au désenrobage en présence de l'eau.

Elasticité, module d'élasticité et résistance en fatigue, ces propriétés ainsi qu'une grande résistance à l'orniérage en font l'enrobé de renforcement structurel idéal pour les chaussées déformable sous fort trafic.

Le tableau suivant récapitule les exigences de la norme NF P 98-141 sur ce type de produit.

CARACTERISTIQUES	EME 0/14 C2
Essai Duriez (NF P 98-251-1) • Rh/Rs	$\geq 0,80$
Essai PPCG (NF P 98-252) % vide 100 girations	Entre 5 à 10
Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)	$\leq 5\%$
Essai module complexe NF P 98-260-2 à 15 °C	≥ 12000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10 °C	$\geq 100 \mu\text{def}$

2.4- Aperçu sur les résultats de laboratoire sur les matériaux performants.

2.4.1- NOVACOL

⇒ Dosage en émulsion à base de liant régénérant : 2.5%

(doit être entre 2 et 4 %)

⇒ Teneur en eau totale de 5 %

(doit être entre 5 et 7 %)

⇒ Compacité Duriez entre 91 et 92%

(doit être entre 88 et 93 %)

⇒ Résistance à la compression simple LCPC à 14 j et 18 °C

comprise entre 68 et 70 bars

(doit être >50 bars)

⇒ Rapport immersion compression varie entre 0,71 et 0,73

(doit être entre >0.65)

⇒ Compacité à la PCG à 100 girations est de 82 à 84 %

(doit être > 80 %)

2.4.2 COLBASE

Caractéristiques	EME 0/14 (classe 2)
Essai Duriez (NF P98-251-1) - Rh/Rs	0,75
Essai PCG(NF P98-252) % vide 100 girations	6
Essai d'orniérage NFP 98-253-1	2.5 %
Essai de module complexe NF P 98-260-2 à 15 °C (Mpa)	21000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10 °C	150 μdef

2.4.3 BETOFLEX

Caractéristiques	BBME 0/10 (classe 3)
Retour élastique à 25 °C	88,5
Essai Duriez (NF P98-251-1) - Rh/Rs	0,85
Essai PCG(NF P98-252) % vide 60 girations	6,3%
Essai d'orniérage NFP 98-253-1	2.1 %
Essai de module complexe NF P 98-260-2 à 15 °C (Mpa)	12000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10 °C	110 µdef

CONCLUSION :

Depuis plus d'une dizaine d'années, le Maroc a vu naître une panoplie importante de techniques nouvelles, qui répondent mieux aux attentes exprimées, là où les techniques classiques ont montré leurs limites.

Ces techniques, ont généralement fait leurs preuves, dans d'autres pays, notamment en Europe, et les introduire, sur notre réseau Marocain, nécessite une adaptation aux spécificités locales, surtout en terme de climat et de matériaux locaux.

Pour que ces solutions innovantes puissent atteindre les objectifs fixés, il est important de bien maîtriser leur utilisation, car il faudra surtout éviter d'utiliser la mauvaise solution au mauvais endroit, cela risque de tuer ces techniques dont on a grandement besoin.

Ces solutions sont techniquement au moins équivalentes aux solutions de base, mais présentent aussi un avantage économique non négligeable par rapport aux solutions classiques. L'expérience de la voie de contournement de Rabat en est la preuve.