

SUIVI DU RENFORCEMENT DE LA RP1 ENTRE LES PK 258 ET 264

Youssef BOUAISSA

Chef du S.T.R à la D.R.T.P de Meknès.

I/ DONNEES INITIALES AVANT RENFORCEMENT

A/ Données de base.

Présentation générale :

La section intéressée par cette étude est située sur la RP 1 entre Fès et Meknes sur le plateau de Meknes (Saïs).

Relief.

La section étudiée s'inscrit dans un relief plat.

Géométrie.

- Tracé en plan : Excepté le virage situé au niveau du PK 258 de rayon de courbure d'environ 1000 m la chaussée se présente en alignement droit.
- Profil en long : Profil plat, les dénivelés ne dépassent pas 1%.
- Profil en travers : La chaussée reste en général au même niveau que le terrain naturel, sa largeur moyenne est de 7 m, celle des accotements est de 2,5 m.

Climat.

- La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 600 mm par an.
- Les nappes phréatiques sont souvent proches de la surface.
- A signaler les réseaux d'irrigation de surface qui intéressent la zone traversée.
- La zone est donc non aride avec un régime hydraulique assez défavorable.

Trafic.

- Trafic sur la RP 1 : 4900 véhicules par jour avec environ 35% de poids lourds (P.T.C > 1,5 tonnes). Soit un trafic de classe To (selon classification marocaine).
- Taux d'accroissement annuel adopté : 6%.

Historique.

- 1957 : Elargissement de la chaussée sur les deux rives.
- 1972 : Renforcement de la chaussée en GB + EB.
- 1978 : Renforcement en enrobé bitumineux.

Les travaux de renforcement de 1972 semblent avoir été défailants malgré leur grande valeur structurelle car ils ne correspondaient pas au mode de fonctionnement de la chaussée. (Rapport LPEE N° 82.16.0.1.015.2.01. du 17-12-1982). Ce même rapport de 1982 précise que la section renforcée en 1978 présente déjà un faïençage à mailles très serrées. Cette étude a été actualisée en 1986 (rapport n° 222.1.501.86 du 23-10-1986).

B/ Reconnaissance de l'état de la chaussée et des annexes.

1) Etat de la chaussée:

La chaussée présente des signes de fatigue très avancés:

- Faiençage à mailles serrées avec remontées d'eau et de boue par endroits (très accentué sur les rives).
- Déformation, bourrelets et affaissement de rives.
- Nids de poules et reprises par endroits. Ces reprises atteignent quelques fois des amplitudes de l'ordre de 100m.
- Arrachements ponctuels du béton bitumineux.

2) Drainage et accotements:

Les accotements sont dénivelés par rapport à la chaussée favorisant la stagnation des eaux et leur infiltration dans le corps de chaussée. Ils sont herbeux par endroit.

Les fossés sont en général peu profonds et non curés. L'absence de pente du terrain naturel entraîne également des stagnations d'eau.

Entre les PK 260 et 262 un canal d'irrigation suit la chaussée à environ 2m des accotements alimentant en eau les sols de plateforme.

3) Environnement:

L'environnement est caractérisé par un relief très plat qui entraîne des difficultés de drainage et favorise la stagnation des eaux superficielles.

Le schéma itinéraire joint en annexe 1 donne tous les détails concernant l'état visuel de la chaussée.

II/ ETUDES DE RENFORCEMENT.

Une étude de renforcement faite en 1982 a été actualisée en 1986 (rapport LPEE n°82.16.0.1.015.01 du 17/12/1982 et rapport n°222.1.501.86 du 23/10/1986).

Les résultats de ces études sont résumés comme suit:

PK Sondage	Couche de fondation	Couche de base	Couche de roulement	Référen
258 + 200	blocage 17 cm	- pierre cassée: 5cm - E.B Froid: 4 cm - G.B.B: 7 cm	EB = 4cm	Rapport LPEE N 222/ 1/501 1986 d 23/10/
260 + 100	blocage 17 cm	- pierre cassée: 9 cm - E.B. Froid: 5 cm - G.B.B: 10 cm	EB = 6cm	
263 + 000	blocage 23 cm	-E.B.Froid :19 cm - G.B.B : 16 cm	EB = 4 cm	

A/ Structure de la chaussée (avant renforcement).

Trois sondages ont été effectués par le LPEE. Les structures au droit de ces sondages sont données par le tableau suivant:

B/ Sol de plate-forme.

L'identification visuelle et les essais de laboratoire montrent que l'on rencontre deux familles de sols distinctes:

- a. Les limons bruns argileux classés Ap à la limite de la classe At (famille 1).
- b. Les limons tuffacés légèrement sableux classés en SA ou GA (famille 2).

Répartition des sols sur la section étudiée:

SECTION	Famille de sol dominant	Classe du sol	CBR
258 - 259	Famille 2	S2	7
259 - 262	Famille 1	S1	5
262 - 264	Famille 2	S2	7

C/ Synthèse des autres informations recueillies.

- La chaussée est située dans une zone plate à drainage difficile avec nappe phréatique proche de la surface.
- La chaussée est atteinte d'un faïençage généralisé très ouvert entre les PK 259 + 500 et 261 + 500, moins développé sur les autres zones.
- La structure est une chaussée traditionnelle de 20 à 25 cm d'épaisseur avec 20 à 40 cm d'enrobés et grave bitume.
- Les sols sont des limons argileux légèrement tirsifiés et des limons sablo-argileux, classe S1 et S2, C.B.R.5 et 7.
- Les déflexions sont faibles classe C2 à C3 au maximum
- Le trafic est de 3,6.10 EEC de 8,2 tonnes pour 10 ans, classe T3 du S.E.T.R.A - L.C.P.C, classe TO pour le CTSCN.

La chaussée souffre d'une fatigue des matériaux enrobés travaillant dans de mauvaises conditions hydrauliques.

D/ Dimensionnement du renforcement.

Des calculs de renforcement de chaussée à partir des mesures de déflexion et de la valeur résiduelle de la chaussée ont été effectuées.

Les résultats d'application de ces méthodes sont résumés ainsi;

SECTION (P.K)	DEFLEXION		VALEUR RESIDUELLE	
	Graves Traitées	TRRL-LR571 Enrobés Bitumineux	A.A.S.H.T.O Enrobés Bitumineux	ROAD NOT Enrobés Bitumineux
258 à 258-350	8GB + 5BB	8,5 cm	9,5 cm	7 cm
258 + 350 à 259 + 400	5BB	4 cm	5 cm	4,5 cm
259 + 400 à 261	10 BB	5 cm	5 cm	4,5 cm
261 à 262 + 350	5BB	4 cm	5 cm	4,5 cm
262 + 350 à 264	5BB	4 cm	4 cm	2,5 cm

E/ Auscultation de chaussées (déflexion-uni).

1) Déflexion.

Les mesures de déflexion ont été effectuées dans les deux sens de parcours en 1988 avant renforcement.

Bien que ces mesures ont été effectuées en période sèche donc dans les meilleures conditions de travail du sol support; elles mettent en évidence l'augmentation nette de la déformabilité de la chaussée par rapport aux mesures effectuées en 1986; et réaffirme l'état de fatigue avancée de ce tronçon. Déflexion supérieure au seuil de 90 cm de mm entre les PK.258+000 et 262+500; la légère chute de la déflexion entre les PK 262+500 et 264 s'explique par la présence d'un important corps de chaussée (voir structure de la chaussée) mais qui ne remplit pas sa fonction du fait du mauvais drainage.

2) Uni

Comme pour la déflexion; les mesures de l'uni ont été effectuées dans les deux sens de parcours par l'APL 72 avec deux vitesses différentes; 25km/h et 72km/h les

mesures d'uni effectuées à 72 km/h ont été faites pour les petites, moyennes et grandes longueurs d'ondes.

L'uni de la chaussée est évalué en note allant de 1 à 10 (1 très mauvais uni; 10 très bon uni); les seuils limites correspondants respectivement aux petites, moyennes, et grandes longueurs d'ondes se situent autour de 6,7,8.

L'ensemble de ces notes est représenté par deux paramètres caractérisant globalement la chaussée et qui sont:

- Le taux d'uni critique "TUC" (0%: pour chaussée neuve; 100%: très mauvais uni).
- La note du confort géométrique "NCG" (1: très mauvais confort 10: très bon confort).

La section étudiée a un "TUC" de 25%; taux correspondant à un mauvais uni pour une route de 1ère catégorie et de trafic To.

La note du confort géométrique est de l'ordre de 3,4 note correspondant également au mauvais état de surface de la chaussée ressenti directement par l'usager de la route.

La mesure de l'uni a été également faite par le Bump integrator qui donne une valeur moyenne d'environ 2500 exprimée en RI (à la limite de l'acceptable et du mauvais).

Le contrôle d'exécution du chantier s'effectuera en confrontant les mesures obtenues initialement avec celles qui sont effectuées après exécution des travaux.

Les histogrammes de déflexion (86-88) et de l'uni (88) mesurés avant renforcement sont donnés ci-après (annexes 2 et 3).

F/ Conclusions des études structures-adoptées.

La section présente dans sa majeure partie un état de fatigue très avancé. (Faiénçage général très ouvert).

Fondée sur des sols argileux (limons ou sable) elle supporte des conditions hydrauliques très défavorables.

Toute opération de renforcement doit commencer par l'assainissement de la

Il y a lieu donc de veiller à:

- 1- La bonne exécution du renforcement (moyens matériels et qualification du personnel d'encadrement)
- 2- Respect des spécifications des matériaux (voir CPC).
- 3- Contrôle du compactage et le maintien de la teneur en eau optimum.

Du PK 260 + 800 au PK 263

Le corps de chaussée présente des déformations au niveau de la couche de roulement liées aux remontées d'argile. En plus des recommandations citées en haut:

- 1- Un reprofilage de cette section est nécessaire avant de procéder à son renforcement pour avoir la même épaisseur du renforcement.
- 2- Une purge totale plus tapis drainant pour évacuer et assainir l'eau emprisonnée dans le sol de fondation est la solution adéquate mais reste difficile et onéreuse. Un soin particulier doit être accordé aux drains.
- 3- Les drains doivent être juxtaposés au corps de chaussée sur toute son épaisseur; les faire rentrer dans les zones de surlargeurs (de 50 cm) jusqu'à l'ancien corps de chaussée, les matériaux pour drains doivent satisfaire aux conditions de perméabilité (voir CPC).

Du PK. 263 au PK 264

La chute de la déflexion dans cette section se justifie par la présence d'un important corps de chaussée; le problème de cette section est plus lié au drainage qu'à la structure elle-même. On retient les mêmes recommandations de drainage que pour la section précédente.

2) Drainage.

Les accotements sont dénivelés par rapport à la chaussée; parfois en contre pente par rapport à l'écoulement transversal des eaux.

- 1- Un premier terrassement à la niveleuse est nécessaire pour donner la pente de 4% vers les fossés avant le rechargement en MS des accotements; dans le but d'évacuer les éventuelles eaux qui restent emprisonnées au niveau de l'interface ancien accotement et le nouveau rechargement.
- 2- Les MS doivent avoir la plasticité requise $6 < IP < 10$ pour éviter leur départ à nouveau.
- 3- Les pentes de 4% doivent être réceptionnées à l'aide d'une règle de 3m; le relief très plat de la section est défavorable pour l'écoulement longitudinal des eaux, l'écoulement transversal ne peut être assuré que par ces pentes qui vont être aménagées.

B/ Exécution des travaux.

1) Période d'exécution: début mai à fin septembre 1988.

2) Matériaux utilisés:

TRAVAUX	MATERIAUX	PROVENANCE – CARRIERE
Renforcement de chaussée	G.N.A	Carrière de Bhalil (province de Fès)
Epaulement de chaussée	G.N.A au prix de la GNB	" " "
Rechargement d'accotements	M.S	Carrière de Ras El Maa (province de Fès)
Enduit superficiel Bicouche.	Gravette	Carrière de Ras El maa

3) Contrôle - Qualité des matériaux.

Les résultats des différents essais de contrôle effectués en cours de travaux sont donnés dans le rapport LPEE n°88.222.1.216 du 12/10/88.

4) Conditions d'exécution des travaux.

- Travaux réalisés avec déviation de la circulation.
- Présence de poussière importante sur la déviation qui était située à proximité du chantier d'où risque de contamination des matériaux de chaussée.
- La chaussée a été balayée et soufflée par motocompresseur à deux reprises (avant imprégnation et avant mise en place de revêtement superficiel).

IV/ COMPORTEMENT DE LA CHAUSSEE APRES RENFORCEMENT.**A/ Résultats d'auscultation à la mise en service.**

Les résultats des mesures de déflexion et d'uni à la mise en service sont donnés par les histogrammes ci-joints.

B/ Exploitation des résultats d'auscultation avant et après renforcement.

1) Déflexion

SECTION	DEFLEXION AXE COMMENTAIRE		
	Année 88	Année 90	
258 - 258 + 600	120	57	chute de déflexion de plus de 50%
258 - 600 - 262 - 550	95	40	
262 - 550 + 264	65	30	d moy = 40 dixième de mm
Moyenne	92	40	

- Chute de la valeur moyenne de la déflexion de l'ordre de 50% avec une moyenne de l'ordre de 40 centième de mm.

2) Uni:

- Uni moyen mesuré au Bump Integrator avant renforcement = 2500 (exprimé en RI). La section étant en E.B l'uni est situé à la limite entre l'acceptable et le mauvais.

- Uni moyen mesuré au Bump Integrator après renforcement = 2900 exprimé en RI. Ce qui correspond à un mauvais uni pour un enduit superficiel avec trafic TO.

L'adoption de la structure GNA + enduit superficiel n'a pas amélioré l'uni de la chaussée ce qui était prévisible du fait que le support initial était en EB.

C/ Dégradations relevées à ce jour.

- Apparition de 3 nids de poules.
- Apparition de ressuage par endroits.
- Quelques arrachements très localisés.

Conclusion - Suggestions

Les constatations tirées à partir de la 1ère année de suivi sont:

- Amélioration de la valeur structurelle de la chaussée.
- Chute de la planéité de la chaussée.
- Apparition de dégradations localisées et limitées (nids de poule-ressuage...)

Le suivi sera donc assuré par des mesures annuelles de déflexion et d'uni.

Le relevé visuel et la vérification du fonctionnement des dispositifs de drainage feront l'objet d'une grande attention pour pouvoir déterminer le comportement de la chaussée et l'évolution des différents paramètres dans le temps.

Bien que la plupart des résultats obtenus à ce niveau de l'analyse étaient pratiquement prévisibles il faut signaler que le traitement de ce sujet a permis de constater que les études et les travaux de renforcement sont traités d'une façon routinière et que l'expérience acquise par les uns et les autres ne semble pas être bien capitalisée. Un grand effort dans ce domaine reste donc à faire. Ceci amène à faire les suggestions et recommandations suivantes:

- 1- Procéder à la préparation d'un guide technique national pour le dimensionnement des renforcements de chaussées. Les méthodes étrangères utilisées à ce jour devraient être adaptées au contexte marocain.

2- Mise en place d'un plan d'expérimentation sur sections renforcées dont l'analyse à long terme permettrait d'améliorer progressivement les méthodes de dimensionnement et de donner des indications utiles sur l'apport des renforcements en fonction des matériaux et des techniques utilisées. Ces sections d'essais feront l'objet d'un programme arrêté par la DRCR.

3- Activer la mise en place d'un système de gestion du réseau qui serait opérationnel et mise en place d'une politique de renforcement et d'entretien des routes.

4- Inspection et suivi de l'état du réseau routier et mise en place d'un système permettant de prévoir l'évolution des dégradations pour faciliter la planification des travaux. Cette action pourra également faire l'objet de sections expérimentales.