

## LES RENFORCEMENTS DE CHAUSSEE

par DENCAUSSE

*Département Infrastructures L.P.E.E.*

### Résumé :

Le présent exposé s'appuie sur les études de renforcement exécutées dans le cadre du Programme Général de renforcement et du 4<sup>ème</sup> Projet Routier. La première partie expose des recommandations pour la conception des travaux de renforcement : Après classement de la chaussée suivant un des 15 états de chaussées et 9 états d'environnements, on définit des travaux de renforcements (type, nature en fonction du trafic, épaisseurs) et des travaux concernant l'environnement (drainage de plateforme, traitement d'élargissement, création d'épaulement). La deuxième partie expose quelques perspectives concernant les renforcements et notamment le suivi nécessaire des renforcements en cours pour améliorer les recommandations ci-dessus exposées.

### **1° Recommandations provisoires pour la conception des travaux de renforcement de chaussée**

Le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes a effectué depuis 1979 des études de renforcement sur le réseau national le plus chargé. Ces études ont permis un large échange de vue entre la Direction des Routes, les Arrondissements, le Laboratoire et le C.N.A.C. sur la conception des travaux de renforcement de chaussée.

La présente note tente de faire une synthèse de ces discussions et propositions et établit des recommandations provisoires pour la conception de ces travaux.

Il est apparu indispensable de considérer simultanément deux aspects importants des conditions de fonctionnement de la chaussée :

- l'aspect environnemental, par la connaissance du mode de fonctionnement du drainage superficiel et interne et par la connaissance des conditions de butée latérale de la chaussée.

On a ainsi établi deux tableaux permettant une classification des états de la chaussée et de son environnement

Le tableau I définit suivant :

- le type de chaussée
- l'état du corps de chaussée
- l'état de la surface de la chaussée

15 états de chaussées numérotés E 1 à E 15. Pour ces mêmes états on propose une vérification de concordance avec la nature des sols de plateforme et des déflexions mesurées.

Le tableau II définit suivant :

- La constitution des accotements
- Les dispositifs de drainage

Le tableau II définit suivant :

- La constitution des accotements
- Les dispositifs de drainage
- L'état de la surface de la chaussée

9 états de chaussées et accotements numérotés B 1 à B 9.

A partir de ces classifications de chaussées deux séries de travaux sont proposés. Les premiers concernent la structure de la chaussée et les seconds définissent des ouvrages confortatifs aux accotements et au drainage.

Le tableau III indique à partir des états de chaussée E 1 à E 15 définis dans le tableau I :

- Le type de travaux concernant la chaussée
- La nature du renforcement en fonction du trafic
- Des recommandations concernant l'épaisseur des renforcements le moyen de la déterminer, les précautions à prendre pour le drainage éventuel du renforcement.

Le tableau IV indique à partir des états de chaussée et accotements B 1 à B 9 définis dans le tableau II.

Les travaux à effectuer concernant :

- Le drainage de la plateforme et (ou) de la chaussée
- Le traitement des élargissements existants
- La création d'épaulements ou le traitement d'épaulements anciens.

Les travaux définis dans le tableau correspondent à une durée de vie approximative de 10 ans dans des conditions climatiques de zone non aride.

TABLEAU (1) (a)

| C chaussée                                                               | Etat du corps de chaussée                                                                                |            | Etat de la superficie                                                       |                                                                    | Etat de la chaussée |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| traditionnelle                                                           | Corps de chaussée sain                                                                                   |            | faibles déformations<br>usures du revêtement<br>légères fissurations (EB)   |                                                                    | E 1                 |
|                                                                          | Pierre cassée<br>dureté convenable<br>agrégations peu plastiques                                         |            | déformations notables<br>fissuration du revêtement<br>faiencage de l'enrobé |                                                                    | E 2                 |
| en faible épaisseur                                                      | blocage non pollué                                                                                       |            | fortes déformations<br>fissures et faiencages<br>remontées de boues         |                                                                    | E 3                 |
|                                                                          | Corps de chaussée défaillant                                                                             |            | déformations notables<br>fissures et faiencages                             |                                                                    | E 4                 |
|                                                                          | Pierre cassée trop tendre<br>polluée, plastique<br>blocage pollué                                        |            | fortes déformations<br>fissures et faiencages<br>remontées de boues         |                                                                    | E 5                 |
| de traditionnelle<br>ci en BB<br>Gbo + BB                                | Succession de faibles épaisseurs<br>d'enrobé<br>- liaison défailante<br>- une couche d'enrobé défailante |            | fissures longitudinales et (ou)<br>transversales fines                      |                                                                    | E 6                 |
|                                                                          |                                                                                                          |            | faiencage<br>arrachements et pelade<br>légère déformation                   |                                                                    | E 7                 |
|                                                                          | forte épaisseur de matériau lié<br>de qualité insuffisante                                               |            | fissures longitudinales très ouvertes                                       |                                                                    | E 8                 |
| à couche de base en<br>granulaire<br>sees neuves<br>sees traditionnelles | Couche de base                                                                                           | Revêtement | Drainage                                                                    |                                                                    |                     |
|                                                                          | Saine                                                                                                    | ES         | bon                                                                         | déformation W faible<br>quelques arrachements<br>usure et ressuage | E 9                 |
|                                                                          | granularité<br>propreté<br>dureté                                                                        |            | défailant                                                                   | déformation W forte<br>arrachements<br>remontées de boues          | E 10                |
|                                                                          |                                                                                                          |            | bon                                                                         | fissuration et faiencage<br>quelques arrachements (nid de poule)   | E 11                |
|                                                                          |                                                                                                          | EB         | défailant                                                                   | faiencage<br>déformations localisées<br>remontées de boues         | E 12                |
|                                                                          | défailante<br>granularité<br>propreté<br>dureté                                                          | ES         | bon                                                                         | déformations et affaissement<br>arrachements et fissures           | E 13                |
|                                                                          |                                                                                                          |            | défailant                                                                   | + remontées de boues                                               |                     |
|                                                                          |                                                                                                          |            |                                                                             |                                                                    |                     |
|                                                                          | défailante<br>granularité<br>propreté<br>dureté                                                          | EB         | bon<br>défailant                                                            | faiencages<br>déformations localisées<br>remontées de boues        | E 14                |
|                                                                          |                                                                                                          |            |                                                                             |                                                                    |                     |
| est instable                                                             |                                                                                                          |            |                                                                             |                                                                    | E 15                |

Tableau I (b)  
-----  
Concordance - Etat de chaussée - Sols et plateforme -

| Etat de la chaussée | Sols                                                                                                                                               |           | Déflexions $10^{-2}$ mm Lacroix |                  |              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|------------------|--------------|
|                     | S 3 - S 4                                                                                                                                          | S 1 - S 2 | < 100<br>D 1                    | 100 à 150<br>D 2 | > 150<br>D 3 |
| E 1                 | x                                                                                                                                                  |           | x                               | x                |              |
| E 2                 | x                                                                                                                                                  | x         |                                 | x                | x            |
| E 3                 |                                                                                                                                                    | x         |                                 | x                | x            |
| E 4                 | x                                                                                                                                                  | x         | x                               | x                | x            |
| E 5                 |                                                                                                                                                    | x         |                                 | x                | x            |
| E 6                 | Les déflexions sont faibles à moyennes . Mais aucune relation n'a pu être dégagée entre état de chaussée, nature des sols et niveau des déflexions |           |                                 |                  |              |
| E 7                 | Idem                                                                                                                                               |           |                                 |                  |              |
| E 8                 | Idem                                                                                                                                               |           |                                 |                  |              |
| E 9                 | x                                                                                                                                                  | x         | x                               | x                |              |
| E 10                |                                                                                                                                                    | x         |                                 | x                | x            |
| E 11                | x                                                                                                                                                  | x         | x                               |                  |              |
| E 12                |                                                                                                                                                    | x         | x                               | x                | x            |
| E 13                | x                                                                                                                                                  | x         | x                               | x                | x            |
| E 14                | x                                                                                                                                                  | x         | x                               | x                |              |
| E 15                |                                                                                                                                                    |           |                                 |                  |              |

TABLEAU II

|                                                                  | Aucun dispositif de drainage interne                                                                                                                                      | Dispositif de drainage interne existant                                |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Accotement en sol de plateforme                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• remontée de boues</li> <li>• eau piégée dans le corps de chaussée plus imperméable que les sols de plateforme B1</li> </ul>      |                                                                        |
| S2 - S1                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• remontées de boues</li> <li>• déformation de la chaussée profil en long B2</li> <li>travers parfois profil en long B2</li> </ul> | déformations en rives avec fissuration ou faïençage du revêtement. B 6 |
| Élargissement sous-dimensionné                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• affaissements en rives</li> <li>+ fissures longitudinales</li> <li>+ remontées de boues B3</li> </ul>                            | légère déformation en rive B 7                                         |
| Épaulement non fermé en surface                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• éventuelles déformations de la chaussée</li> <li>+ remontées de boues B4</li> </ul>                                              | légères déformations dans la chaussée B 8                              |
| Élargissement sous dimensionné + épaulement non fermé en surface | <ul style="list-style-type: none"> <li>• affaissement en rives</li> <li>• fissures longitudinales</li> <li>• remontées de boues B5</li> </ul>                             | légères déformations en rives B 9                                      |

TABLEAU 111

| at de la<br>chaussée | Type de Travaux concernant la<br>structure                              | T R A F I C <i>Catalogue</i> |                        |                        | Remarques                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                         | T 2                          | T 1                    | T 0                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| E 1                  | Imperméabilisation de surface<br>renouvellement de couche de<br>surface | ES                           | ES ou EB               | EB                     | L'épaisseur du tapis en EB est<br>à définir à l'aide de déflexions                                                                                                                                                                                                             |
| E 2                  | reprofilage<br>renouvellement couche de<br>surface                      | ES                           | ES ou EB<br>(5 à 10cm) | EB<br>si 7 cm<br>sinon | Le choix pour T2 et T1 dépend de<br>la valeur résiduelle de la chaus-<br>sée et de considérations<br>économique et technique                                                                                                                                                   |
| 2 et E3              | renouvellement couche de base<br>qui inclut le reprofilage              | CNA + ES                     | CHR + ES<br>puis EB    | CBB + ES<br>ou + 5 EB  | Les épaisseurs recommandées sont<br>CNA - CHR : 15 - 20 - 25 cm<br>CBB : 10 - 12 - 15 cm                                                                                                                                                                                       |
| E4 et E5             | mise en oeuvre d'une couche<br>de base satisfaisante                    |                              |                        |                        | Les épaisseurs minimales sont<br>généralement suffisantes<br>reprofilage non compris<br>La mise en oeuvre des couches de<br>base granulaire exige le drainage<br>de la couche de base                                                                                          |
| E6 et E7             | éventuel reprofilage<br>renouvellement de couche de<br>surface          | ES ou EB                     | EB                     | EB                     | Les épaisseurs de tapis EB<br>recommandées sont T2 : 5cm<br>T1 : 5 à 8 cm ; T0 : 6 à 10 cm<br>L'utilisation des déflexions<br>doit être très attentive à<br>l'état des couches existantes                                                                                      |
| E 8                  | étude spéciale                                                          |                              |                        |                        | L'expérience acquise sur ce<br>type de chaussée est insuffisante<br>actuellement                                                                                                                                                                                               |
| 9 à E 12             | E 10 et E 12 : reprofilage<br>renouvellement de couche de<br>surface    | ES ou EB                     | ES ou EB               | EB                     | Les épaisseurs de tapis EB<br>recommandées sont<br>T2 : 5cm, T1 : 5 à 8 cm ; T0 : 6 à 10 cm                                                                                                                                                                                    |
| E13 et E14           | mise en oeuvre d'une couche<br>de base satisfaisante                    | CNA + ES                     | CHR + ES<br>puis EB    | CBB + ES<br>ou + 5 EB  | Les épaisseurs recommandées sont<br>CNA - CHR : 15, 20, 25 cm<br>CBB : 10, 12, 15 cm<br>Les épaisseurs minimales sont<br>généralement suffisantes<br>reprofilage non compris<br>La mise en oeuvre des couches de<br>bases granulaire exige le drainage<br>de la couche de base |
| E 15                 | matériau non lié en couche de<br>base et revêtement souple.             | CNA + ES                     | CHR + ES               | CHR + ES               | A titre expérimental des struc-<br>tures en grave émulsion (GE)<br>peuvent être proposées pour les<br>trafics T1 et T0. Il faut assurer<br>le drainage de la couche de base<br>granulaire                                                                                      |

Tableau IV

| Profil en travers et drainage | Ouvrages confortatifs indispensables au renforcement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B 1                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperméabilisation de surface , drainage du corps de chaussée</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B 2                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• drainage du corps de chaussée et de la plateforme , couche drainante ou épi-drainant ;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| B 3                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 solutions                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1) <u>reprise élargissement</u> : constitution d'un drainage de plateforme (S2, S1) ou seulement du corps de chaussée si couche de base granulaire (S3, S4)</li> <li>- 2) <u>maintien élargissement</u> : épi-drainant à travers l'élargissement (S1, S2) épi drainant ou couche drainante au niveau du corps de chaussée (S3, S4)</li> </ul> </li> </ul> |
| B 4                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prolongation de drainage à la base de l'épaulement jusqu'au fossé ou talus (sol S1 - S2) + fermeture de la surface de l'épaulement avec un matériau sélectionné fermé ou GNB + enduit monocouche 1 trafic T 1 - T 0</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| B 5                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• maintien élargissement et épaulement - épi drainant à travers l'élargissement et l'épaulement (S1, S2) fermeture de l'épaulement - épi drainant à la base de l'épaulement (S3 - S4)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             |
| B 6                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• création d'épaulement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B 7                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• renforcement doit rattraper le sous - dimensionnement ou</li> <li>• reprise élargissement avant renforcement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| B 8                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• fermeture épaulement en surface matériau sélectionné ou GNB + enduit monocouche</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B 9 ou                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>1) renforcement rattrape le sous dimensionnement</li> <li>2) reprise élargissement et reprise épaulement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## **II • Quelques perspectives concernant les renforcements de chaussées**

Quelques 1.500 kilomètres de Routes Principales et de Routes Secondaires ont été renforcées ou sont en cours de renforcement selon les principes évoqués ci-dessus. Des modifications locales ont été apportées compte tenu des matériaux disponibles ou de considérations technico-économiques. Cependant l'observation du comportement de ces chaussées pendant les 10 ans à venir permettra de conformer ou d'infirmer toutes les hypothèses sous-jacentes au dimensionnement, depuis le diagnostic de l'état de la chaussée et des annexes jusqu'aux calculs de renforcement. Un des paramètres importants à saisir est la reconnaissance de trafic et de son agressivité : histogramme de charges d'essieux en fonction des variations des caractéristiques mécaniques du corps de chaussée et de la plateforme dans le temps (température, humidité vieillissement).

Un autre paramètre est la connaissance de l'évolution de l'état de la chaussée par le suivi de mesures d'état (déflexion, déformation, rugosité).

Ce travail d'analyse de données grandeur nature est indispensable à l'exploitation de données plus fines recueillies sur des planches expérimentales ou des planches témoins.

Les techniques de renforcement utilisées dans ce programme général, même si elles doivent évoluer dans les dix années à venir, resteront probablement encore fortement utilisées et la sanction de l'expérience sera donc très utile.

Pour les renforcements comme pour le Catalogue des Structures types de chaussées neuves il convient de partir d'une base simple et de la faire évoluer à partir de l'expérience vécue et d'une réflexion continue.