



NOTE D'INFORMATION


CHAUSSÉES
DÉPENDANCES

49

Auteur : CETE du Sud-Ouest

LE BOUCHAGE DES NIDS DE POULE

Mars 1989

Editeur : 

Les nids de poule sont l'état ultime des dégradations d'une chaussée. Ces arrachements plus ou moins profonds peuvent parfois donner l'impression d'apparaître sur la chaussée quasi spontanément, mais si l'évolution peut être très rapide par temps de pluie et, ou, par fort trafic, ils ne peuvent apparaître que sur une chaussée présentant un état de surface et structurel quelque peu insuffisant.

De par leur conséquence sur la circulation, les nids de poule nécessitent des interventions d'urgence. Celles-ci consistent trop souvent en un remplissage du trou avec les matériaux localement disponibles. Les conditions de réalisation de cette tâche, compte tenu de son urgence, sont rarement optimales, d'où une durabilité aléatoire avec un niveau de service parfois faible.

Afin de mieux cerner les problèmes techniques rencontrés (modes opératoires, produits employés), un chantier expérimental a eu lieu fin 1985, dans le département de l'Aveyron.

La présente note d'information a pour but de faire le point trois ans plus tard.

SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU SITE RETENU

Les travaux ont été réalisés dans la subdivision de Pont de Salars, sur le CD 29, une des liaisons Rodez-Millau. Le trafic est de 1 200 véhicules/jours dont 360 véhicules lourds (Moyenne Journalière Annuelle, 1986).

La section retenue se situe à une altitude d'environ 800 m. La chaussée de 6 m en profil en travers mixte est en pente ou rampe avec quelques zones de virages. La structure est du type souple, matériaux d/D surmontés d'enduits successifs.

La chaussée présentait de très nombreuses réparations, ainsi que des zones faïencées et parfois des déformations en rives.

Il est à noter le caractère rigoureux du site avec pour l'hiver 1985/1986 :

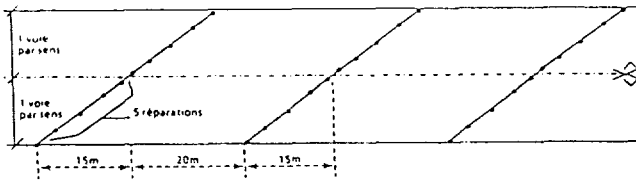
- 20 jours de neige,
- 35 jours de verglas,
- 16 jours de salage.

PREPARATION-ORGANISATION ET SUIVI DU CHANTIER

Malgré un nombre élevé de réparations, la chaussée ne présentait pas d'arrachement. De ce fait, des nids de poule ont été créés au marteau-piqueur, juste avant traitement. Les trous réalisés ont été relativement homogènes : 30 à 40 cm de diamètre et 5 à 12 cm de profondeur, afin de permettre un meilleur jugement relatif du comportement des différents traitements.

Diverses techniques définies ci-après ont été utilisées pour le bouchage de ces nids de poule, et ce, avec le personnel de la subdivision et son matériel habituel dans le cadre d'une organisation rigoureuse, compte tenu du nombre élevé de techniques employées, soit 25.

Chaque technique a été réalisée 5 fois, soit 5 nids de poule traités par section, ceux-ci étant répartis sur une voie et sur une diagonale de 15 m.



Le suivi des planches a été continu pendant six mois, les évolutions étant enregistrées quotidiennement par le conducteur de la subdivision. Ceci a permis de tirer un bilan exhaustif du comportement de ces différentes techniques.

DESCRIPTION DES TECHNIQUES

Les techniques retenues pour cette expérimentation sont celles couramment pratiquées dans les différentes subdivisions du Sud-Ouest, à l'exception des enrobés conditionnés qui ont été sélectionnés en fonction du rapport qualité/prix annoncé par les fabricants, et ce, à raison d'un par famille.

Les différents matériaux utilisés sont répartis en trois familles :

Matériaux non traités

- multicouche 6/10 - émulsion de bitume ECR 65,
- grave 0/20 + bicouche à l'émulsion de bitume ECR 65 6/10-2/4,
- « Pierres cassées » 14/20 + tricouche à l'émulsion de bitume ECR 65 6/10-2/4,
- « pierres cassées » 14/20 + enrobés à froid stockables + fermeture 2/4,
- « pierres cassées » 14/20 + enrobés coulés à chaud « SEALASTIC ».

Matériaux enrobés utilisés à froid

- enrobés à froid stockables + fermeture au gravillon 2/4 (trois produits fabriqués dans les trois usines du département ont été utilisés),
- grave émulsion de reprofilage stockable = scellement à l'émulsion de bitume ECR 60 + 2/4,
- enrobés de « maçon » ou enrobés fabriqués sur place par les agents à partir d'émulsion de bitume ECR 65 du point à temps et de gravillon 6/10 et 2/4,
- enrobés conditionnés :
 - KALODUR
 - ROADFIX
 - CARBOROUTE
 - BITUMLEKA

Matériaux « coulés »

- béton de ciment,
- enrobés coulés à chaud « SEALASTIC ». Ce produit était associé à de la pierre cassée.

Il est à noter, qu'en l'absence dans le département d'implantation de centrale de fabrication d'enrobés à chaud, ceux-ci n'ont pas été testés dans le cadre de cette expérimentation, ce qui est dommageable pour le caractère exhaustif de cette étude.

L'ensemble des matériaux utilisés a fait l'objet d'essais, dont les principaux résultats sont récapitulés comme suit :

Granulats

Les sables et gravillons destinés aux enrobés et aux enduits sont des amphibolites de L.A. 15.

Les graves et pierres cassées sont des calcaires de LA > 20 < 25.

Emulsion de bitume

On a utilisé les émulsions ECR 65

Indice en teneur	Indice de rupture	PoHo	Viscosité
36/37	69/71	3,9/3,7	10°E

BILAN DU COMPORTEMENT

Les critères de jugement des différentes techniques ont été les suivants :

- la présence ou non de dégradations ayant nécessité une intervention,
- la nature de ces dégradations :
 - arrachement partiel ou total,
 - tassement faible ou important,
 - déformation par fluage,
 - ressuage,
 - fissuration,
- le délai entre le traitement des nids de poule et l'apparition d'une dégradation.

Une note sur 5 tenant compte des précédents critères a été affectée à chaque technique.

Exemple, on a noté :

5/5, si les cinq traitements présentaient après l'hiver (soit six mois) un aspect irréprochable,

0/5, si les cinq traitements avaient nécessité une reprise dans la semaine suivant le bouchage des nids de poule.

Au vu des notes, il est à remarquer :

- le comportement nettement moins bon des planches sans compactage,
- la bonne tenue des enrobés à froid stockables en vrac ou conditionnés, lorsque la teneur en bitume est élevée et le compactage est assuré.

L'analyse des résultats met en évidence :

- l'importance du compactage

Techniques		Comportement (note sur 5)		
Désignation	Nbre	Bon (4 et 5)	Moyen (3 et 2)	Mauvais (1 et 0)
Avec compactage	15	6	6	3
Sans compactage	10	2	-	8

Matériaux	COMPORTEMENT (planches avec compactage)	Note sur 5	
		Compactage	
		Avec	Sans
A - MATERIAUX NON TRAITES			
Multicouche 6/10/EB 65	Fluage important, bourrelet, remontée de liant, réparation à trois mois	2	0
Grave 0/20 + bi-couche EB 65	Arrachement important. Réparation à un mois. Bourrelet, remontée de liant	0	0
Pierres cassées 14/20 + tri-couche EB 65	Léger tassement, arrachement de la couche de roulement. Réparation à trois mois	2	0
Pierres cassées 14/20 + enrobé à froid 2/4	Léger tassement, fissures en pourtour. Réparation à trois mois.	3	0
Pierres cassées 14/20 + enrobés coulés à chaud "Sealastic"	Très bonne tenue. Pas de désordre	5	-
B - MATERIAUX ENROBES UTILISABLES A FROID			
Enrobés stockables à froid + fermeture 2/4			
Dosés à 5,55 % de bitume résiduel et 7,8 % de passant à 2 mm	Pas d'arrachement, très léger tassement, fissures sur les bords	4	4
Dosés à 4,75 % de bitume résiduel et 5,8 % de passant à 2 mm	Pas d'arrachement, très léger tassement, fissures sur les bords	4	1
Dosés à 3 % de bitume résiduel et 1,4 % de passant à 2 mm	Léger arrachement, tassement, fissures sur les bords	1	0
Grave émulsion + scellement à l'EB à 60 %	Très léger tassement, quelques fissures sur les bords	4	1
Enrobés de maçon 2/3 de 2/4, 1/3 de 6/10 et ECR à 65	Arrachement important. Réparation générale à un mois (ECR 65 à rupture trop rapide inadaptée à l'enrobage).	0	0
Enrobés conditionnés			
KALODUR	Très bonne tenue, pas de tassement, fissures sur les bords	5	4
ROADFIX	Très bonne tenue, tassement de très léger à important, fissures sur les bords	4	-
CARBOROUTE	Tassement important, réparation à trois mois, remontées du liant.	2	-
BITUMLEKA	Tassement important, réparation à trois mois	2	-
C - MATERIAUX COULES			
Béton de ciment	Effritement du béton sur les bords de la réparation, fissures. Absence de liaison avec ancienne chaussée, dégradation de la chaussée en couronne autour de la réparation.	2	-

- la tenue exceptionnelle de l'enrobé coulé à chaud sur une pierre cassée,

- l'étroite relation entre la tenue des enrobés à froid et leur teneur en bitume résiduel et pourcentage de fine,

- la durée de vie très limitée des réparations effectuées avec des matériaux non traités.

Une analyse économique a également été faite.

Les éléments économiques pris en compte dans

l'étude (valeur T.T.C., novembre 1985) sont issus

- du barème parc pour les matériels
- des factures des fournisseurs pour les matériaux.

Le temps et les quantités pris en compte sont ceux qui ont été constatés pour le traitement des cinq nids de poule par une même technique.

Les coûts de ces différentes techniques n'ont pas d'intérêt en valeur absolue ; l'analyse ne doit porter que sur les coûts relatifs.

Main-d'œuvre : 58,75 F/heure

Matériel :

- camion de 5 t C.U. 102 F/jour + 38 F/heure
- camion de 2 t C.U. 90 F/jour + 25 F/heure
- point à temps 5 000 l 157 F/jour + 42,10 F/l'heure
- compacteur vibrant 85,20 F/jour + 31 F/heure
- fondeur + assistance 3 500 F/jour.

Matériaux (fourniture et transport 30 km)

- gravillons 2/4..... 126,20 F/T
- gravillons 4/6..... 110,60 F/T
- gravillons 6/10..... 105,45 F/T
- pierres cassées 14/20..... 37,35 F/T
- grave non traitée 0/20..... 28,30 F/T
- émulsion de bitume ECR 65..... 1 782,30 F/T
- grave émulsion..... 255,85 F/T
- enrobés à froid de..... 296,50 à 329,25 F/T
- enrobés conditionnés
(transport très variable)
 - SEALASTIC..... 950,00 F/T
 - KALODUR..... 3 440,00 F/T
 - BITUMLEKA..... 6 000,00 F/T
(densité voisine de 1)
 - CARBOROUTE..... 10 080,00 F/T

Par famille de matériaux, se dégagent les coûts de traitements suivants pour cinq nids de poule :

FAMILLE DE MATERIAUX	Fourchette de coût	Répartition en %		
		Main-d'œuvre	Matériel	Matériaux
Matériaux non traités	200/300 F	41	45	14
Enrobés à froid	100/110 F (1)	45	16	39
Enrobés conditionnés	280/1 000 F	13	6	81

(1) Coût auquel il faudra rajouter 110 F d'imperméabilisation à l'E.B. dans les semaines qui suivent.

La plus-value due au compactage varie de 8 à 15 % suivant le type de matériel utilisé.

CONCLUSIONS

Si l'idée d'un tel chantier pouvait surprendre, il a permis de remettre au goût du jour des évidences depuis trop longtemps abandonnées par certains agents, de montrer l'intérêt de quelques procédés et d'en démythifier certains.

Avant la nature et la qualité des produits utilisés, deux opérations essentielles conditionnent la tenue d'un bouchage de nids de poule :

- la préparation de la dégradation par la découpe des bords avec enlèvement des matériaux non liés et pollués,
- le compactage, de préférence avec une dame de petites dimensions (diamètre < 15 cm) à main, éventuellement pneumatique. L'expérience a montré qu'une dizaine de coups de dame est nécessaire et qu'il convient d'insister sur le pourtour.

Les différents matériaux utilisés peuvent par leur tenue se hiérarchiser comme suit : (cf. tableau récapitulatif des résultats).

- les enrobés de « maçon » fabriqués *in situ* nécessitent une amélioration de la formulation,
- le béton de ciment en l'absence de matériaux plus performants peut être un traitement palliatif suffisant,
- les matériaux non traités O/D ou d/D faisant appel en surface ou en interposition à une émulsion de bitume gravillonnée en une ou plusieurs couches ont un mauvais comportement et ce malgré un coût global identique à celui des traitements aux enrobés à froid (y compris scellement ultérieur),
- les enrobés à froid conditionnés de coût élevé (variant de 1 à 3) ont des comportements très différents qui ne sont pas en rapport avec les coûts. D'excellents enrobés à froid en vrac ou grave-émulsion convenablement stockés ont, *a priori*, des comportements identiques pour des coûts nettement inférieurs (5 à 20 fois),
- les graves-émulsion dites « de reprofilage » à % de liant élevé ont un coût et un comportement sensiblement identiques à d'excellents enrobés à froid,
- les enrobés à froid stockables, dont la teneur en bitume résiduel est comprise entre 5 et 6 % suivant le % de fines, sont des produits très adaptés au traitement des nids de poule. Ils nécessitent, toutefois, une préparation du support et un compactage minimum, après épandage de 2/4. Une imperméabilisation ultérieure (de 15 jours à 1 mois) est indispensable et double à terme le coût de cette technique,

- l'enrobé coulé à chaud SEALASTIC combiné avec des pierres cassées pour des trous de profondeur > 3 cm donne un complexe d'excellent comportement pour un coût qui devrait, dans l'absolu, diminuer, moyennant une organisation adaptée.

Il est toutefois dommage pour l'aspect comparatif des essais que les enrobés à chaud n'aient pas été utilisés.

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS

Test comparatif obturation des nids de poule Chantier expérimental d'octobre 1985		Matériaux non traités			Enrobés à froid					Enrobés à froid conditionnés				Structures composites		Matériaux coulés
		Multicouche 6/10 Emulsion de bitume ECR 65 (1)	Grave 0/20 + bitouche à l'ECR 65 Gravillonnage 6/10 et 2/4	Pierres cassées 14/20 + bitouche à l'ECR 65 Gravillonnage 6/10 et 2/4	Grave émulsion de reproillage stockable + scellement à l'ECR 60 et 2/4	Enrobés "maison" fabriqués sur place à l'ECR 65 - 66% 2/4 et 33% 6/10	Enrobés stockables fabriqués en usine + fermeture 2/4	Enrobés stockables fabriqués en usine + fermeture 2/4	Enrobés stockables fabriqués en usine + fermeture 2/4	"KALODUR"	"ROADFIX" - 3,3% de bitume résiduel 28,3% de passants à 2 mm	"CARBOROUTE"	"BITUMLEKA"	Pierres cassées 14/20 + enrobés coulés à chaud "SEALESTIC"	Pierres cassées 14/20 + enrobés à froid stockables + sablage 2/4	Béton de ciment
Paramètres principaux des enrobés	% bitume résiduel	-	-	-	3,72%	4,8%	5,55%	4,75%	3%	N.C.	3,3%	NICI	11,47% (2)	6,52%	4,75%	-
	% de passant à 0,080 m % de passants à 2 mm	-	-	-	8,2 % 32,5%	- 27%	1,3 % 7,8%	1,5 % 5,8%	0,4 % 1,4%	N.C.	7,9 % 28,3%	NICI	2,8 % 12,7%	9,4 % 56%	1,5 % 5,8%	-
Type de conditionnement		-	-	-	Vrac	Vrac	Vrac	Vrac	Vrac	Sacs de 25 kg	Seaux de 25 kg	Seaux de 30 kg	Sacs de 26 kg	Pains de 20 kg	Vrac	Vrac
Précarité de la réparation + intervalle réparation/intervention		OUI 3 mois	OUI 1 mois	OUI 3 mois	NON -	OUI 1 mois	NON -	NON -	NON -	NON -	NON -	OUI 3 mois	OUI 3 mois	NON -	OUI 3 mois	OUI
Apparition de dégradations	Arrachements	NON	importants	OUI	NON	importants	NON	NON	légers	NON	NON	NON	NON	NON	NON	Effritement du béton en pourtour - Absence de liaison chape réparation Dégradation de la chaussée en couronne
	Tassements	OUI	NON	légers	très légers	NON	très légers	très légers	moyens	NON	importants	importants	importants	NON	légers	
	Déformation par liuage	liuage bourrelets	bourrelets	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
	Resuage	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	
	Fissuration en pourtour	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	
Note globale de comportement	sans compactage	0	0	0	1	0	///	1	0	///	-	-	-	-	0	2
	avec compactage	2	0	2	///	0	///	///	1	///	///	2	2	///	3	-
Nombre d'étapes pour le parachèvement de la réparation		unique	unique	unique	deux	deux	deux	deux	deux	unique	unique	unique	unique	unique	deux	unique
Commodité en application d'urgence PC/CTC (4)		PC	PC	PC	C	C	C	C	C	TC	TC	TC	TC	PC	PC	C
Coût relatif (décembre 1985) avec compactage		230 F.	200 F.	200 F.	215 F.	290 F. (3)	205 F. (3)	210 F. (3)	210 F. (3)	350 F.	810 F.	995 F.	280 F.	310 F.	350 F. (3)	110 F.
NOS LABELS					ASSEZ BON RAPPORT qualité/prix		BON RAPPORT qualité/prix			ASSEZ BON RAPPORT qualité/prix				BON RAPPORT qualité/prix		

(1) ECR 65 : Emulsion cationique à rupture rapide à 65% de bitume résiduel

(2) Argile expansée chargée de liant

(3) Scellement de surface ou imperméabilisation, à 1 mois, inclus dans le coût (valeur = 110 F)

(4) PC/CTC : Peu commode/Commode/Très commode

Cette note a été rédigée par :

G. GUINARD,
CETE du Sud-Ouest. Tél. 56.05.84.66
Centre de la Sécurité et des Techniques Routières (C.S.T.R.)
Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (S.E.T.R.A.)

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 9223 BAGNEUX - France
Tél. (1) 42.31.31.31 - Télex : 260763 SETRA BAGNX

Renseignements techniques : F. ROSE - S.E.T.R.A. - Tél. 16 (1) 42.31.34.92

Bureau de vente : Tél. (1) 42.31.31.55 - (1) 42.31.31.53 - Référence du document : **D 8907**

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **D05**

AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.