

IMPREGNATION DES ASSISES DE CHAUSSEES EN GRAVES NON TRAITEES A L'EMULSION DE BITUME

A. JANATI IDRISSE

Chef de la DEESR à la DRCR

INTRODUCTION

L'imprégnation des graves non traitées se fait par un bitume fluidifié 0/1 (cut- back 0/1) dont les spécifications sont arrêtées par le cahier n°5, fascicule n°5 du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux routiers courants édités par la Direction des Routes et de la Circulation Routière (DRCR) en 1983. Le 1^{ier} contrôle de la qualité des bitumes est assuré par le LPEE au niveau de la SAMIR à Mohammedia. Un 2^{ème} contrôle s'opère par un laboratoire au niveau de l'exécution des travaux.

Suite à la catastrophe qui a ravagé la raffinerie de la SAMIR vers la fin de l'année 2002, la DRCR a invité, par la circulaire n° 214.22/40900/3774/2003 du 21 janvier 2003, les DRE/DPE à introduire l'émulsion des bitumes pour l'imprégnation des assises en GNT.

Par ailleurs, l'imprégnation des assises en GNT par le CB 0/1 pose actuellement des problèmes d'ordre technique, économique et environnemental. Aussi, il est jugé utile, aussi bien pour l'intérêt de l'économie nationale que pour le suivi du progrès enregistré au niveau des techniques des chaussées, d'introduire l'émulsion de bitume pour l'imprégnation des assises en GNT comme produit de substitution au CB 0/1.

I - PRATIQUE ACTUELLE

Le support à imprégner est constitué d'une grave non traitée à granulométrie continue de type :

GNA : grave non traitée à granulométrie 0/31,5 issue d'un concassé pur ou ayant un indice de concassage égal à 100% et une propreté non mesurable.

GNB : grave non traitée à granulométrie 0/31,5 ayant un indice de concassage égale ou supérieur à 35% et une propreté non mesurable.

GNC : grave non traitée à granulométrie 0/31,5 ou 0/40 ayant un indice de concassage supérieur à 30% et un indice de plasticité <6 en zone non aride et <8 en zone aride.

CND : grave non traitée à granulométrie 0/31,5 ou 0/40 non concassée (rarement utilisée en couche de base pour les routes revêtues) et un indice de plasticité <6 en zone non aride et <8 en zone aride.

Le traitement superficiel des assises en GNT au CB 0/1 se fait selon le phasage suivant :

- Compactage de la GNT à la compacité minimum de 98% de l'OPM
- Répandage du CB 0/1 avec un dosage moyen de 1,3 kg/m²
- Sablage de l'assise imprégnée au grains de riz 4/6 au 0/6 avec un dosage moyen de 5 l/m².
- Léger cylindrage.

Cette imprégnation a pour rôle :

- d'imperméabiliser la partie supérieure de l'assise en GNT grâce à la pénétration, aussi profondément que possible, du cut-back dans les canalicules de la couche de base
- d'assurer la liaison avec la couche de roulement.

Elle est réalisée juste après la finition de la couche de base pour protéger l'interface contre les actions tangentielles dues à la circulation et éviter ainsi la dégradation de l'assise en GNT finie.

II - PROBLEMES POSES PAR L'IMPREGNATION AU CB/01 :

L'imprégnation des assises en GNT au CB 0/1 pose des problèmes de trois ordres :

1 - Problèmes d'ordre technique :

Les améliorations apportées à la qualité des assises en GNT tant en ce qui concerne les matériaux que leur mise en œuvre font que la pénétration du liant hydrocarboné, aussi fluide soit-il, est entravée par le caractère fermé de la couche de base (compacité élevée, et porosité faible). Dans ces conditions, l'imprégnation se transforme en un simple traitement de la couche de base. Elle peut même avoir les effets négatifs par suite de la formation de pellicules de liant excédentaire propice à l'apparition ultérieure du phénomène de glissement entre couches et par conséquent l'arrachement et le ressuage.

Par ailleurs, les sections rencontrées dans les courbes et imprégnées en CB 0/1, sont souvent caractérisées par des dosages hétérogènes du liant qui coule dans le sens de la plus grande pente. Ainsi, la partie haute de la courbe se trouve sous-dosée alors que la partie basse est sur-dosée en liant, d'où l'accumulation de liant qui favorise l'apparition du phénomène de ressuage.

2- Problème d'ordre économique

Au Maroc, l'imprégnation de la couche de base en GNT se fait avec un CB 0/1 au dosage moyen de 1,3 kg/m². Cette technique est assez onéreuse parce que, d'une part, le Maroc est un pays importateur de pétrole et d'autre part, le cut-back 0/1 contient environ 40% de kérosène dont le coût est le double de celui de bitume fluidifié et dont la seule utilité est de fluidifier le bitume pur. Ce kérosène s'évapore rapidement après sa mise en œuvre et seul 60 % du liant répandu reste dans la chaussée, soit un dosage de 0,8 kg/m². Par ailleurs, la mise en œuvre du CB 0/1 se fait avec une température minimum de 125 °C, donc un coût énergétique élevé.

Le prix moyen de fourniture d'une tonne de CB 0/1 est de l'ordre de 5000 dh H.T. La valeur réelle de la quantité répandue de CB 0/1 est de 6,5 dh/m², celle du kérosène est estimée à 3,7 dh/m², soit une perte de 57 %.

3- Problème d'ordre écologique

Le CB 0/1 contient environ 40% de kérosène qui n'a pour rôle que de fluidifier le bitume fluidifié, il s'évapore immédiatement après sa mise en œuvre. Ce solvant constitue un risque pour la santé des ouvriers et contribue à la pollution de l'atmosphère par l'émission de fumées et vapeurs de bitumes.

III – SPECIFICATIONS DES EMULSIONS DE BITUME POUR IMPREGNATION

Selon leur stabilité, les émulsions routières sont utilisées au Maroc pour les usages suivants :

Classe d 'émulsion	Usages
Emulsion à rupture rapide ou semi-rapide	Enduit superficiel
Emulsion à rupture semi-rapide	Emplois partiels et stablisation
Emulsion à rupture lente	Enrobage
Emulsion surstabilisée	Imprégnation et traitement particulier

Pour l'imprégnation, l'émulsion adoptée est définie dans le tableau ci-après :

Caractéristiques	Emulsion surstabilisée SS 55
Teneur en eau en %	Inférieure à 47
Pseudo Viscosité à 25° C (° E)	Supérieure à 15
Homogénéité % de particules supérieures à 0,63 mm % de particules comprises entre 0,63 et 0,16	Inférieur à 0,1 Inférieur à 0,25
Stabilité au stockage % (1) Emulsion à stockage limité Emulsion stockable	- Inférieur à 5
Adhésivité % (2) Emulsion à stockage limité - 1 ^{ière} partie de l'essai - 2 ^{ième} partie de l'essai Emulsion stockable	- - -
Indice de rupture	-
Stabilité au ciment (en grs)	Inférieure à 2
Charge des particules	Positive

(1) : Il est admis qu'une émulsion stockée pendant un temps T, brassée puis laissée au repos pendant 24 heures, peut présenter une couche superficielle de solution aqueuse (essai de stabilité au stockage). On distingue :

- Emulsion à stockage limité par le fait que le temps T précédemment défini est maximum de 5 jours
- Emulsion stockable par le fait le temps T précédemment défini est au maximum de 3 mois

(2) : Les caractéristiques d'adhésivité d'une émulsion doivent être spécifiées vis à vis du granulat qui sera indiqué dans le CPS.



Imprégnation de la GNT en émulsion de bitume

Les spécifications françaises exigées pour les émulsions d'imprégnation sont indiquées dans le tableau ci-après :

Caractéristiques	Emulsion surstabilisée	
	ECS 55	ECS 60
Teneur en eau en %	44 à 46	39 à 41
Pseudo Viscosité Engler à 25 °C	< 15	>2
Pseudo viscosité STV à 25°C (diamètre de l'orifice d'écoulement 4mm)	-	< 18
Homogénéité : - Particules supérieures à 0,63 mm - Particules comprises entre 0,63mm et 0,16 mm	< 0,1 0,25	< 0,1 < 0,25
Stabilité au stockage par décantation (1)	< 5	< 5
Adhésivité (2)		
Emulsion à stockage limité (1)		
- 1 ^{ière} partie de l'essai	-	-
- 2 ^{ième} partie de l'essai	-	-
Emulsion stockable (1)	-	-
Indice de rupture	-	-
Stabilité au ciment	<= 2	<= 2
Charge des particules	positive	positive

(1) : Il est admis qu'une émulsion stockée pendant un temps T à une température supérieure à 5 °C, brassée, peut présenter une couche superficielle de solution aqueuse ; après brassage, cette couche doit disparaître et l'émulsion ne doit pas présenter d'amorce de rupture. On distingue :

- Une émulsion à stockage limité par le fait que le temps T précédemment défini est maximum de 15 jours
- Emulsion stockable par le fait le temps T précédemment défini est compris entre 15 jours et 3 mois

(2) : Les caractéristiques d'adhésivité d'une émulsion doivent être spécifiées vis à vis d'une nature définie de granulats.



Réglage de la hauteur de la rampe

Les spécifications espagnoles exigées pour les émulsions d'imprégnation sont indiquées dans le tableau ci-après :

Caractéristiques	ECL -1	
	Min.	Max.
Viscosité (Saybolt)		
Universal) à 25° C.....s		
Furol. a 25° C.....s	-	100
Furol. a 50° C.....s		
Charge des particules	positive	
Teneur en eau %	-	45
Teneur en bitume %	55	-
Fluidifiant par distillation %	-	10
Décantation (à 7 jours) %	-	5
Tamissage (retenu au tamis 0,080) %	-	0,10
Stabilité au ciment %	-	-
Essais sur le résidu de distillation		
Pénétration (25°C, 100g, 5s) 0,1mm	130	200
Ductilité (25° C, 5cm /min) cm	60	100
Solubilité à 1.1.1 - trichloroéthane	40	-

Par ailleurs, les émulsions destinées à l'imprégnation des GNT de type ECI doivent contenir une teneur en bitume supérieure à 40% et un pourcentage de bitume fluidifié qui varie entre 10 à 20 %.

IV – EMULSIONS DE BITUMES:PRODUIT DE SUBSTITUTION AU CB 0/1

Suite à la catastrophe qui a frappé la raffinerie de la SAMIR vers la fin de l'année 2002, la DRCCR a autorisé les DRE/DPE à utiliser l'émulsion de bitume pour l'imprégnation des assises en grave non traitée. Aussi, la totalité des chantiers ont connu l'utilisation de

l'émulsion en imprégnation des supports de chaussées. Cette imprégnation n'a posé aucun problème technique particulier.

La consommation annuelle de la DRCR en émulsion routière est estimée à 50 000 tonnes. A titre de comparaison, les états unies occupent la première place avec une production annuelle de 3 200 000 tonnes, la France : 1 200 000 tonnes et l'Espagne : 450 000 tonnes

Dans certains pays d'Europe, l'utilisation des bitumes fluidifiés en imprégnation ou en enduits superficiels a été interdite il y a longtemps et ce, compte tenu de la nocivité du produit et du danger qu'il présente pour les hommes et le milieu. Dans ces pays, l'imprégnation se fait à l'émulsion des bitumes qui est formulée de façon à avoir :

- une viscosité qui ne subit pas de modification avant la pénétration de l'émulsion dans le premier centimètre de la couche de base et ,
- une vitesse de rupture adaptée à l'état du support à imprégner (support fermé ou ouvert).

L'émulsion surstabilisée est un produit qui répond à ces conditions et s'adapte bien à l'imprégnation des assises en GNT. Cette émulsion est caractérisée par un temps de rupture long ou susceptible d'être allongé par un agent physique ou chimique.

Le coût de l'émulsion de bitume varie en fonction du dosage de bitume qui la compose, à titre d'exemple :

- Le prix de vente de l'émulsion 55% est de l'ordre de 2800 dh/T HT
- Le prix de vente de l'émulsion 50% est de l'ordre de 2600 dh/T HT
- Le prix de vente de l'émulsion 45% est de l'ordre de 2400 dh/T HT
- Le prix de vente de l'émulsion 40% est de l'ordre de 2200 dh/T HT

Ces émulsions peuvent être utilisées avec un dosage de bitume résiduel équivalent à celui du cut-back qui est de 0,8 et 1 kg/m², c'est à dire avec un dosage qui oscille entre 1,7 kg/m² (émulsion 55) à 2,3 kg/m² (émulsion 40), soit une valeur de 4,8 dh/m²

1 – Avantages

L'imprégnation à l'émulsion présente les avantages suivants :

- Contrairement aux bitumes fluidifiés qui sont produits uniquement par la raffinerie de la SAMIR à Mohammedia, la production des émulsions de bitume est décentralisée au Maroc en 9 unités de production réparties comme suit : Agadir, Marrakech, Casablanca, Rabat (2 usines), Mekhènes (2 usines), Tanger et Oujda. Ces unités, dont la capacité de production est estimée à 600 000 tonnes par an, ne tourne qu'à 20% de leur capacité. Donc économie de transport due à cette bonne répartition géographique des usines.
- L'émulsion est moins sensible aux conditions météorologiques, elle peut être utilisée en toute période de l'année.
- Le produit est utilisé à froid donc économie d'énergie et souplesse d'utilisation
- L'utilisation de l'émulsion permet d'éviter les émissions de fumée et la vapeur de bitume. Son application se fait en toute sécurité elle ne contient pas de solvant et elle est ininflammable (pas de risque d'explosion)
- Le coût de revient de l'imprégnation à l'émulsion est inférieur à celui de l'imprégnation au CB 0/1 (cet aspect est développé dans le chapitre 6).

2 – Points délicats

- La modulation des dosages d'émulsion en fonction de l'état de support risque de poser un problème de la non maîtrise de ces dosages et par conséquent au non respect de la teneur en bitume résiduel
- La « culture émulsion » n'est pas encore présente chez toutes les entreprises routières
- La nécessité de formuler une émulsion adaptée au type de granulat et à l'état du support n'encourage pas certaines entreprises routières, notamment les non productrices d'émulsion, à recourir à l'imprégnation à l'émulsion de bitume
- Certaines entreprises disposent de laboratoire sous équipés en matériel d'essais, donc moins de maîtrise du produit
- La réticence de certaines entreprises à recourir à d'autres entreprises concurrentes pour la livraison de l'émulsion pour le besoin de leurs chantiers.

V – COMPARAISON DES COUTS DE L'IMPREGNATION AU CB 0/1 ET A L'EMULSION DE BITUME

La comparaison économique entre l'utilisation du CB 0/1 et l'émulsion de bitume pour l'imprégnation des assises en GNT se limitera à la comparaison des prix moyens pratiqués dans les marchés de la DRCCR. Il est intéressant de souligner que cette comparaison ne tient pas compte de :

- la part en devises étrangères pour l'importation des solvants pétroliers (kérosène) utilisés comme agent fluidifiant du CB 0/1
- l'éventuelle baisse du prix d'émulsion qui est une fonction décroissante du tonnage produit
- coût de mise en œuvre qui est supposé le même pour les deux techniques.

L'imprégnation au CB 0/1 se fait avec un dosage moyen de 1,3 kg/m². Le prix moyen à la tonne est de 5000 dh HT. Donc le coût de l'imprégnation au CB 0/1 est de 6,5 dh/m²HT.

L'imprégnation à l'émulsion se fait avec un dosage moyen de 1,7 kg/m² (cas de l'émulsion 55). Le prix moyen à la tonne est de 2800 dh HT. Donc le coût de l'imprégnation à l'émulsion est de 4,8 dh/ m²HT.

Désignation	Prix moyen dh/t HT	Dosage moyen kg/m ²	Coût au m ² dh/m ²
CB 0/1	5000	1,3	6,5
Emulsion 55	2800	1,7	4,8

La consommation annuelle de CB 0/1 au niveau des chantiers de la DRCCR est évaluée à 13 000 tonnes pour un coût de l'ordre de 65 000 kdh. En cas d'utilisation de l'émulsion de bitume comme produit de substitution au CB 0/1, la consommation annuelle d'émulsion pour imprégnation serait de 17 000 tonnes pour un coût de l'ordre de 48 000 kdh, soit un gain de 17 000 kdh/ an.

Désignation	Consommation annuelle	Coût en dh/T HT	Coût global en kdh
Cut-back 0/1	13 000 t	5 000	65 000
Emulsion 55	17 000 t	2 800	48 000
Différence			17 000



Sablage en grains de riz

CONCLUSIONS

L'émulsion de bitume peut être un produit intéressant de substitution au cut-back 0/1. Il constitue une solution adaptée aux différents problèmes posés par le cut-back 0/1. Il s'agit d'un produit faible, économique et écologique. C'est un produit plus soucieux de l'environnement et de la santé des ouvriers.

Aussi, il est proposé de procéder à la mise à jour des spécifications existantes pour les adapter au progrès sensibles réalisés dans ce domaine.

Cet article fait référence aux documents suivants :

- Revue Marocaine du Génie Civil, n° 105 – 1^{er} trimestre 2004, Mr Janati Idrissi
- « Les émulsions de bitume, généralités applications », publié par la SFERB en 1988 (France)
- « Fimes y pavimentos », Carlos KRAEMER et Miguel Angel DEL VAL, 1993 Université Polytechnique de Madrid (Espagne)
- Cahier des prescriptions communes applicables aux travaux routiers courants, DRCR
- Circulaire de la DRCR du 21 janvier 2003, sur l'utilisation de l'émulsion de bitume pour l'imprégnation
- « Le laboratoire dans le génie civil », LPEE n° 6 janvier 1985, M. Desambucy
- « Revue Générale des Routes et Aérodromes », n°754, septembre 1997