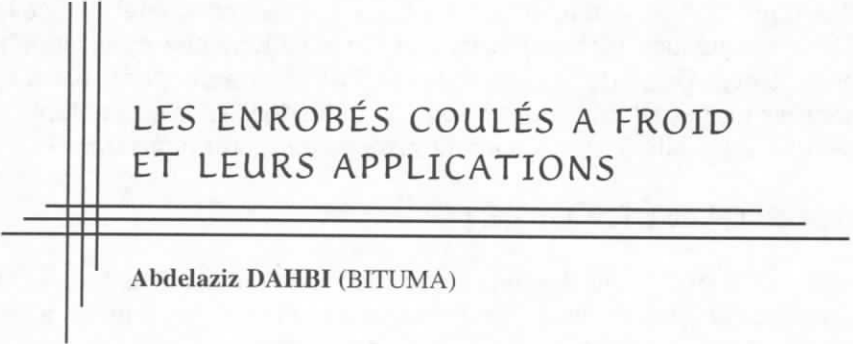




LES ENROBÉS COULÉS A FROID ET LEURS APPLICATIONS

Abdelaziz DAHBI (BITUMA)

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années l'évolution des enrobés coulés à froid (ECF) a été remarquable. Il est possible aujourd'hui d'affirmer que la philosophie de base de la technique des coulis bitumineux (CB) a connu un changement radical. Le CB était considéré comme couche de scellement, alors que l'ECF constitue actuellement une véritable technique de traitement et de rénovation des couches de surface avec un champ d'application très large.

Les derniers progrès réalisés aussi bien dans le domaine des formulations et fabrications des émulsions de bitume que dans le perfectionnement du matériel de mise en oeuvre ont favorisé le développement des systèmes avec emploi d'additifs, de bitume modifié et de forte granulométrie.

Ceci a donc permis d'obtenir des ECF de bonnes texture et d'excellentes qualités mécaniques facilitant ainsi leurs applications aux chaussées fortement circulées. De plus, ils ont rendu les ECF plus appropriés que d'autres techniques utilisées traditionnellement et sur lesquelles ils présentent l'avantage d'une application rapide avec un excellent rapport qualité/prix.

GÉNÉRALITÉS

Les CB sont des produits anciens puisqu'ils existaient aux Etats Unis au début des années 50. Depuis, ils se sont développés et sont apparus en Europe à partir de 1963 en Espagne, en France et également en Allemagne. Cette technique à base d'émulsions anioniques exclusivement était utilisée principalement pour imperméabiliser la chaussée et colmater les fissures. Le sable employé était fin, il dépassait rarement 5 mm.

Par la suite, et avec l'augmentation du trafic, la durabilité de ces revêtements sur chaussée fortement circulée, s'est avérée relativement faible et l'application de la technique s'est concentrée sur la voirie urbaine et le réseau à faible trafic.

Vers la fin des années 70, les ECF sont apparus d'abord en Europe, puis aux USA où ils connaissent actuellement un développement assez fort.

Les ECF se différencient des CB par la nature de l'émulsion employée, (elle est en général cationique et à rupture contrôlée) et par la granulométrie de la composition minéralogique. Les granulats utilisés atteignent couramment 8-

10 mm. L'épaisseur des couches et de l'ordre de 10 mm et la qualité appliquée est près de deux fois supérieure à celle des coulis. Elle est de l'ordre de 15 à 25 Kg/m².

Aujourd'hui, les deux techniques coexistent et sont principalement utilisées en entretien routier pour :

- Imperméabiliser la chaussée ;
- Améliorer les caractéristiques de surface ;
- Remplir des ornières avant répandage éventuel d'une autre couche de roulement.

Appliqués avec les mêmes types de matériels, les CB et les ECF sont constitués de 5 familles de composants :

- Les émulsions ;
- Les granulats ;
- Le ciment ;
- Les additifs ;
- L'eau.

C'est de la combinaison judicieuse de ces différents constituants que dépend la qualité des ECF et la qualité finale des revêtements réalisés. Dans ce qui suit nous décrivons succinctement l'état des connaissances sur ces techniques et leurs constituants ainsi que le développement que connaît cette technique notamment au niveau national.

DOMAINES D'APPLICATION

L'ECF est une technique principalement d'entretien des couches de roulement des chaussées. Son application apporte à la chaussée imperméabilité et scellement des fissures et réparation des défauts d'un ancien revêtement de la couche de roulement. L'efficacité de l'application dépend fortement de la fluidité du mélange et de sa teneur en liant et filer.

La quantité des granulats utilisés dans le mélange est faible surtout si la chaussée à traiter est composée d'un revêtement fermé.

Pour les applications de scellement, le dosage moyen est de 4 à 7 Kg/m² sur les chaussées à couche de roulement fermée. Pour les couches de roulement à revêtement ouvert et perméable, le dosage de 7 à 10 Kg/m² est appliqué voire même 10 à 15 Kg/m² en cas de revêtement superficiel avec dégradation et arrachement prononcé.

La sélection des matériaux est le facteur clé de la réussite des ECF. Il a pour objectif d'obtenir :

- Un enrobage homogène des granulats ;
- Une bonne maniabilité du mélange juste après sa fabrication pour faciliter sa mise en oeuvre ;
- Une rupture contrôlée ;
- Une cohésion suffisante au jeune Age, c'est à dire quelques minutes après l'application pour pouvoir ouvrir le trafic très rapidement. Ceci est particulièrement important sur les chaussées très circulées ou en agglomération ;
- De bonnes performances à long terme, en particulier en matière de rugosité, résistance à la glissance, résistance au désenrobage, au plumage tout en évitant les décollements du support.

Pour effectuer la sélection des mélanges, de nombreux essais de laboratoire ont été mis au point. La plupart d'entre eux sont décrits dans le "Design Technical Bulletin" de l'ISSA de 1990.

- La mesure de la consistance. Elle permet d'adapter les paramètres comme la teneur en eau ou la teneur en ciment pour obtenir une bonne maniabilité,
- L'essai de désenrobage à l'eau pour évaluer l'adhérence liant-granat,
- La compatibilité entre granulat-filler-bitume par la méthode Schulze Breuer,

- Le Wet track abrasion test (WTAT) pour évaluer la résistance à l'usure du revêtement ;
- La mesure du temps de cure par le cohésiomètre Armak ;
- La cohésion au jeune âge par le "Hilt Cohésion Test†" Ce dernier essai relativement récent a été présenté lors du 2ème congrès mondial à Genève en 1987. Il consiste à appliquer juste après l'enrobage un échantillon du mélange sur un support métallique. Après un court temps de cure, la moitié du support est retirée, et la cohésion au jeune âge est mesurée par le temps que met l'échantillon à se casser sous son propre poids. Cet essai permet de sélectionner des couples granulats-émulsion qui rendent possible une ouverture rapide au trafic.

EXPÉRIENCE NATIONALE

Plusieurs actions ont été menées ces dernières années pour assurer une bonne adaptation des ECF aux conditions locales. Ces actions ont donné lieu à la réalisation de plusieurs chantiers, dont les plus importants sont les suivants :

Nord Ouest :

voie de contournement, CT 2542, CT 2546†, CT 2521, RP 2, Voies de circulation urbaines à Rabat Hassan, Harhoura, TÈmara et au Touargas.

Oriental :

RN 2 et RN 6

Globalement, près de 600.000 m² de surface ont été traités au ECF dans des conditions différentes et en utilisant des matériaux différents.

Cette action a largement contribué à l'élaboration des spécifications et à la formation des techniciens et agents sur des techniques aussi pointues que les ECF.

Les travaux de revêtement réalisés ont consistés à la réalisation d'un tapis bicouche en ECF comme suit :

Une première couche d'ECF-3 avec une granulométrie 0/8 : imperméabilise le support, colmates les fissures, reprofile éventuellement la chaussée et prépare l'adhérence à la 2ème couche.

Une deuxième couche d'ECF-2 avec une granulométrie 0/10 plus grossière apporte une amélioration des caractéristiques de surface et donne un aspect esthétique agréable.

1 - Granulats

Une étude détaillée de laboratoire a été entamée dans chaque cas, et a touché les divers matériaux des carrières couvrants le périmètre des régions concernées, dont l'objectif est de définir les granulats répondants aux spécifications de fabrication des ECF type Bitugrip.

2 - Emulsion de bitume

L'émulsion incorporée dans l'ECF est une émulsion cationique (acide) à rupture contrôlée, à base de bitume 80/100. La répulsion électrostatique entre les globules de bitume chargés positivement les empêche de se rapprocher, et par conséquent empêche la rupture et confère à l'émulsion sa stabilité.

Mais une fois au contact des granulats à enrober, la réaction chimique produite entre l'émulsion et les agrégats favorise le rapprochement et l'attraction des globules bitumineuses permettant ainsi la formation du film de bitume autour du granulat. La rupture est donc atteinte suivie par la libération d'eau. La rupture est contrôlée par l'emploi d'émulsifiants et d'additifs adaptés.

3 - Composition du mélange

L'analyse de la compatibilité de chaque mélange à l'émulsion a conduit à la sélection du mélange constitué par des granulats répondants aux spécifications exigées.

Les granulats utilisés sont de nature calcaire composé comme suit :

Quartz : 3%

Calcite : 15%

Silicates : 82%

Les formules retenues pour la fabrication des ECF sont :

Désignation	ECF - 3	ECF - 2
Sable 0/3	90%	81%
Gravettes 3/8	10%	9%
Gravettes 5/10	--	10%
Emulsion spéciale ECP - S	12.0	
Additif type ADP - 1	1.5	
Ciment CRJ 35	0.5	

Ces formules n'ont été appliquées que pour le chantier de l'oriental, une adaptation des formules est nécessaire en fonction des matériaux à employer et leur nature.

4 - Mise en oeuvre

Les ECF sont appliqués moyennant un engin automoteur dont l'équipement comprend :

- Du stockage :
 - Granulats et filer en trémies
 - Ciment et additifs
 - Eau de prémouillage en citerne
 - Emulsion en citerne
- Un ensemble alimentation et dosage des constituants
- Un malaxeur travaillant en continu
- Un traîneau épandeur attelé à l'engin

La fabrication et le répandage se font donc en continu pendant que l'engin avance jusqu'à épuisement des matériaux stockés sur celui-ci.

Les granulats reçoivent le filer minéral et des additifs et l'ensemble est versé dans le malaxeur. En tombant dans celui-ci le mélange est mouillé par l'eau de prémouillage, ensuite l'émulsion est pulvérisée sur le mélange.

Grâce à la rupture contrôlée d'émulsion, l'ECF répandu prend rapidement place sur la chaussée et commence à durcir dès sa première minute de vie. La circulation est ouverte 20 à 30 mn après l'application d'ECF. Après ce

délai, la cohésion du mélange atteint une valeur acceptable et permet l'ouverture au trafic. Les propriétés mécaniques des ECF évoluent dans le temps sous l'effet du cumul du trafic.

La Direction des Routes a édité des recommandations et guides d'application pour la conception et suivi des travaux en ECF. Elle a aussi introduit dans le nouveau catalogue des structures types de chaussées neuves, des solutions avec une couche de roulement en ECF. Il reste encore à définir les spécifications de ces produits ainsi que les méthodes de mesure et de contrôle.

ASPECT ÉCONOMIQUE

Une étude économique doit s'intéresser à tout les aspects qui entrent en ligne de compte pour un renouvellement de la couche d'usure.

Pour illustrer cet aspect et placer la technique parmi les techniques de revêtement connues, on comparera les paramètres de base qui sont la qualité, le prix, la consommation d'énergie et la consommation de matériaux de construction :

Technique	Qualité	Prix	Energie (Thermie/m ²)	- Matériaux ° (l/m ² - kg/m ²)
Revêtement superficiel	+	\$	2.2	G25/B1.6
Enrobé coulé à froid	++	\$	2.0	G18/B1.3
Enrobé à chaud	+++	\$\$\$	15.0	G87/B5

° G25/B1.6 : Gravette 25 litres/m² - Bitume 1.6 kg/m²

On déduit de cette comparaison que :

- L'enrobé coulé à froid est une technique qui se place entre les revêtements superficiels et les enrobés classiques à chaud ;

- Le prix des ECF est comparable au prix des RS et reste nettement inférieur au prix des enrobés à chaud ;
- La qualité des ECF est supérieure à celle des RS avec une consommation d'énergie et des matériaux plus faible que les RS et les BB.

CONCLUSION

Un des objectifs des gestionnaires de la route est d'assurer la pérennité du réseau routier au moindre coût et avec des techniques qui offrent une longévité appréciable de durée de vie des chaussées.

Les ECF sont une technique très intéressante sur le plan technique et économique pour l'entretien routier.

Il s'agit d'une technique qui n'est pas simple ni dans sa formulation ni dans sa mise en oeuvre et qui offre un large éventail de recherche et d'adaptation de matériaux, liants et additifs pour améliorer la qualité des mélanges et renforcer leur cohésion.

Les entreprises font l'effort d'investir dans le matériel et le développement des techniques innovantes. Il faudrait que les possibilités d'application soient offertes pour permettre un développement et une adaptation harmonieuse et parvenir à une meilleure maîtrise de la technique et à une bonne homogénéité du revêtement.