

POUR DES CHAUSSÉES ÉCONOMIQUES EN BÉTON DE CIMENT CONTINU RENFORCÉ DE FIBRES D'ACIER

Benoit FICHEROULLE, Consultant
CTI – Chaussées Technique Innovation, Paris, France
b_ficherouille@compuserve.com

WANG Zhe, President
Communications Planning, Surveying and Designing Institute of Shanxi Province,
Shanxi Taiyuan, P.R. China
wangzhe@public.ty.sx.cn

Jean-Pierre CHRISTORY, Directeur Adjoint
LROP - Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien, Trappes, France
Jean-Pierre.Christory@equipement.gouv.fr

Renaud SCHMÜCK, Responsable Développement Technique
GTM Terrassement, une Société de VINCI, Nanterre, France
rschmuck@gtm-construction.com

Gérard MAUGET, Directeur Technique Délégué région Est
EUROVIA, une Société de VINCI, Metz-Woippy, France
gmauget@eurovia.com

RÉSUMÉ

Le FRCC™ (Fiber reinforced Roller Compacted Concrete) est un procédé innovant de béton compacté au rouleau dans lequel des fibres d'acier à hautes performances ont été introduites, pour contrôler la fissuration du béton et constituer une armature en flexion. Ce procédé permet de réaliser des chaussées en béton continu sans aucun joint. Les auscultations menées sur les chaussées en service montrent une ouverture de fissures de FRCC™ inférieure à 1 mm et un transfert de charge à 100% entre les bords de fissures.

Pour parvenir à ce résultat, la contribution des fibres d'acier est optimisée par l'utilisation d'un béton fabriqué avec une faible teneur en eau (suivant essai Proctor) et un dosage en ciment de généralement 12% soit 280 kg par m³. Ce béton présente une densité élevée liée à une forte énergie de compactage : sa résistance est comparable à celle de bétons pervibrés traditionnels dosés à 350 kg de ciment par m³.

Le béton FRCC™ est mis en œuvre au finisseur pour enrobés bitumineux. L'atelier de compactage comporte un rouleau vibrant et un compacteur à pneus. L'épaisseur de FRCC™ varie généralement entre 8 et 20 cm.

On retient un principe de séparation des fonctions entre les différentes couches de la chaussée :

- une couche de base en béton FRCC™, contrôlant la fissuration, anti-orniérage et à haute résistance mécanique, qui garantit la longévité de la chaussée sous trafic lourd et évite les déformations ;
- une couche de roulement en enrobé bitumineux, de façon à tirer partie des qualités de ce matériau en termes d'uni, de rugosité et de réduction des bruits de roulement.

Le procédé FRCC™ s'applique pour la construction ou le renforcement des chaussées ; il permet des gains significatifs d'épaisseur de chaussée, donc des économies de granulats.

Une étude économique menée en Europe et en Chine montre la nette compétitivité du procédé FRCC™ sous trafic supérieur à 500 poids lourds par jour et par sens, par rapport aux techniques traditionnelles rigides, semi-rigides et souples (y compris enrobés à module élevé).

Le processus d'innovation amorcé avec le procédé FRCC™ en Chine peut se montrer applicable à d'autres pays émergents qui, à l'exemple de la Chine :

- ont une forte demande de chaussées neuves pour trafic lourd,
- manquent de granulats dans certaines régions,
- doivent importer du bitume pour la réalisation de leur programme autoroutier,
- mais disposent parallèlement de ciments de bonne qualité.

MOTS CLÉS

CHAUSSÉE / BÉTON / CIMENT / COMPACTÉ / FIBRES / ACIER

1. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ FRCC™

Le procédé breveté FRCC™ (Fiber reinforced Roller Compacted Concrete - béton de fibres compacté au rouleau) permet d'obtenir, par l'utilisation d'un béton compacté à résistance élevée et l'adjonction de fibres d'acier à ancrage particulièrement performant, un fonctionnement de type béton armé. Le résultat est :

- la réalisation d'une chaussée continue sans aucun joint,
- une ouverture de fissure comparable à celle du béton armé continu (BAC), c'est-à-dire inférieure à 1 mm,
- un transfert de charge à 100% entre les bords de fissures, avec une absence totale de battement de dalles,
- la possibilité de réduire l'épaisseur des structures de chaussées par rapport à une solution non armée.

Selon l'utilisation prévue et le type de contraintes rencontrées, le FRCC™ peut être recouvert de l'une ou l'autre des couches de surface suivantes :

- en chaussées : une couche de roulement bitumineuse constituée d'un enrobé mince, très mince ou drainant ;
- sur des aires industrielles soumises au poinçonnement ou sur des aires de stationnement d'avions ou de camions : un traitement de surface par un micro béton de ciment qui constitue une couche d'usure insensible aux hydrocarbures.

Le concept et les chantiers FRCC™ sont plus spécialement suivis par l'équipe du Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP) qui a émis des avis concernant les conceptions et les investigations sur les emplois du procédé dès les premières expérimentations en milieu urbain et en rase campagne.

1.1. Caractéristiques du béton compacté utilisé pour le procédé FRCC™

La composition du béton compacté est définie en référence à la norme française NF P 98-128. Les résistances mécaniques obtenues permettent de classer ce matériau dans les spécifications les plus élevées de la classe G 5 de la norme. Les agrégats concassés utilisés sont de granulométrie 0/14 mm, de façon à limiter la ségrégation. Le dosage en ciment est généralement de 280 kg par m³ de béton. Un plastifiant retardateur est introduit à la fabrication du béton. La teneur en eau est déterminée suivant les résultats de l'essai Proctor Modifié.

Avec une telle composition à 280 kg de ciment, les résistances à 28 jours du béton FRCC™ sont supérieures à 35 MPa en compression et 3,8 MPa en traction par fendage, c'est-à-dire des performances mécaniques au moins équivalentes à celles des bétons pervibrés courants dosés à 330 kg ou même 350 kg de ciment par m³.

Sur le plan de la fissuration, le béton roulé compacté présente un retrait hydraulique limité en raison d'un dosage modéré en eau et en ciment. Le travail des fibres se fait donc dans des conditions favorables, et permet un contrôle de la fissuration dans un béton compacté bien formulé.

1.2. Fibres d'acier utilisées pour l'application du procédé FRCC™

Les fibres d'acier sélectionnées pour le procédé FRCC™ sont issues des développements réalisés dans les dallages industriels de grande taille sans joints ou à joints minimisés : ce sont des fibres encollées de type Bekaert Dramix 80/60 en acier tréfilé à crochets à haut rapport d'élançement, conférant une grande ductilité au béton. L'encollage avec une colle hydrosoluble permet d'éviter la formation de boules de fibres tout en libérant les fibres au moment voulu, c'est-à-dire en cours de malaxage à la centrale.

Le dosage en fibres est le plus souvent de 30 kg/m³ de béton ; ce dosage peut passer à 40 kg en cas de besoin spécifique, par exemple en giratoires et aux jonctions entre anneaux et antennes de giratoires qui, comme les sections courantes en chaussées, sont là encore réalisés sans joint.

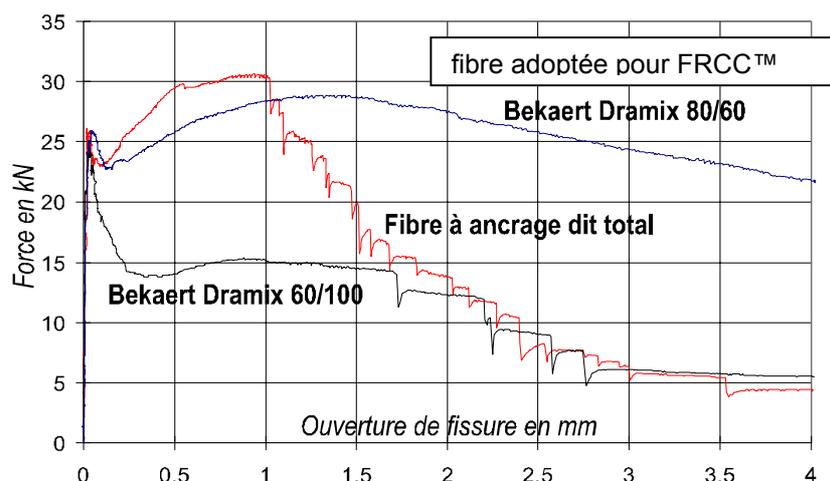


Figure 1 - Comparatif des comportements de différentes fibres en flexion du béton (laboratoire ENTPE - Vaux-en-Velin)

La fibre 80/60 est constituée d'un fil de 0,75 mm de diamètre et de 60 mm de longueur (le chiffre 80 traduit le rapport longueur / diamètre). A noter que le nombre de fibres par unité de poids de fibres est, à longueur de fibre égale, en proportion du carré du diamètre du fil. A même poids de fibres, un fil de diamètre 0,75 mm permet donc de doubler le nombre de fibres par rapport à un fil de 1 mm : ainsi, 30 kg de 80/60 dans un m³ de béton constituent un réseau de plus de 8.000 mètres linéaires de fibres. Le fil présente une limite élastique de 1.050 N/mm², à comparer à la valeur habituelle de 900 N/mm² pour un fil de diamètre 1 mm. Ces deux facteurs expliquent l'augmentation de performances autorisée par la fibre 80/60 par rapport à la 60/100.

A dosage égal pour les différentes fibres étudiées, le graphique en figure 1 met en évidence le palier de ductilité très important obtenu avec la 80/60. Jusqu'à une ouverture de fissure de 3 mm, la résistance en flexion du composite béton + fibres reste en effet équivalente à celle du béton avant fissuration : ce comportement du composite est remarquable et constitue une réserve de sécurité dans une chaussée en service présentant une fissuration contrôlée avec des ouvertures de fissures inférieures à 1 mm.

1.3. Fabrication et mise en œuvre du FRCC™

Le mode de fabrication du FRCC™ dépend du matériel disponible. En Chine, les chantiers de chaussées neuves en béton de ciment sur routes nationales et autoroutes sont généralement de taille importante et durent plusieurs mois, ce qui justifie le transfert de grosses centrales discontinues. La quantité de fibres introduites correspond donc à la capacité du malaxeur (par exemple 2,5 m³) et s'effectue par gâchées successives. L'intégration des fibres pour FRCC™ se fait alors, soit manuellement en sacs de 20 kg, soit par un doseur automatique qui délivre la quantité de fibres voulue (soit 75 kg dans l'exemple précédent) sur le tapis d'approvisionnement des granulats ou directement dans le malaxeur.

En Europe et plus particulièrement en France, les entreprises routières disposent de centrales continues d'une capacité qui peut dépasser 300 m³ / heure pour les plus puissantes. Par rapport aux centrales discontinues, les centrales continues ont pour avantage une plus grande capacité de production (à encombrement égal) et une meilleure mobilité. Le malaxeur est alors alimenté en continu, et non pas en *batch* par gâchées, à l'aide d'un système précis de dosage pondéral des agrégats et du ciment. La fabrication FRCC™ peut aussi être assurée dans des centrales dites « hypermobiles », d'une capacité de 100 m³ / heure, qui peuvent être déplacées très facilement d'un chantier à l'autre avec seulement 2 camions tracteurs. En continu, l'intégration des fibres se fait à l'aide d'un doseur pondéral d'un type nouveau. Cette machine garantit une précision de dosage des fibres de + ou - 5% sur la durée de production (voir figure 2 page suivante).

Le FRCC™ est transporté dans des camions bennes classiques, et non pas en camions dits malaxeurs.

La réalisation d'une structure en FRCC™ s'effectue conformément à la norme française NF P 98-115. La mise en œuvre du matériau est faite avec un finisseur à table lourde, de préférence une table HPC à haut pouvoir de compactage qui facilite ainsi l'obtention d'un uni de haute qualité. L'atelier de compactage comporte un rouleau vibrant et un compacteur à pneus lesté à 3 ou 5 tonnes par roue. L'épaisseur varie généralement entre 8 et 20 cm, ce qui permet une densification correcte en fond de couche au compactage. La cure du béton FRCC™ est effectuée par une émulsion de bitume gravillonnée (sauf si on veut une surface béton, auquel cas on utilise un produit de cure classique).



Figure 2 - Doseur pondéral de fibres Bekaert Dramix 80/60 en centrale continue

1.4. Couche de roulement bitumineuse sur FRCC™

La couche de roulement sur FRCC™ est généralement constituée :

- soit d'un enrobé mince de 4 cm d'épaisseur au bitume 35/50, plus particulièrement dans le cas de sollicitations mécaniques en cisaillement liées à la présence de carrefours giratoires ou de zones de feux tricolores,
- soit d'un enrobé très mince de 2,5 cm d'épaisseur.

Les auscultations sur site et les essais en laboratoire menés par le LROP démontrent que le collage entre la couche de roulement bitumineuse et le FRCC™ est du même niveau de résistance que le collage bien réalisé entre deux couches bitumineuses.

2. PROCÉDÉ FRCC™ : UNE INNOVATION POUR RÉDUIRE LES COÛTS

2.1. Dimensionnement des structures de chaussées en FRCC™

Les applications des bétons de fibres en dallages industriels de grande taille sans joints ont donné lieu, depuis plus de 10 ans, à de nombreuses études de dimensionnement et expérimentations permettant d'évaluer la contribution des fibres en flexion du béton. La méthode utilisée est basée sur l'énergie dissipée par les fibres dans le composite béton + fibres après rupture en flexion de la matrice du béton. D'après la méthode énergétique et par rapport à un béton non armé, la fibre Dramix 80/60 dosée à 30 kg par m³ de béton est une fibre de classe 4 qui devrait permettre de majorer la contrainte admissible par un coefficient 1,40. Afin toutefois de préserver une marge de sécurité suffisante sur le dimensionnement du FRCC™, nous avons plutôt retenu un coefficient de majoration de 1,26 correspondant à une fibre de classe 3.

Les fibres du FRCC™ constituent à la fois une armature en flexion et un moyen de contrôler la fissuration. Sur ce point, à titre indicatif et bien qu'un calcul d'équivalence basé sur les limites élastiques respectives des aciers soit approximatif, le taux d'acier en FRCC™ est de 30 kg de fibres / m³ pour une limite élastique de l'acier à 1050 N/mm², à

comparer à 0,67 % d'aciers en volume en BAC, soit 52 kg d'acier / m³ à une limite élastique de 500 N/mm².

Comme pour toutes les techniques innovantes, les paramètres de dimensionnement du FRCC™ sont d'abord définis sur la base des résultats d'essais en laboratoire et des auscultations des réalisations sur sites. Un « calage » ultérieur pourra éventuellement, en cas de besoin, intervenir dans le temps sur les valeurs initiales. A ce jour, après plus de 6 ans d'exploitation sous trafic lourd intense, les évaluations satisfaisantes des chantiers de FRCC™ en service conduisent vers une première confirmation de la pertinence des paramètres de dimensionnement retenus.

2.2. Evaluation économique de la technique FRCC™ en Europe

La figure 3 constitue une extrapolation du catalogue français de dimensionnement des chaussées neuves de 1998 auquel ont été ajoutées les structures FRCC™.

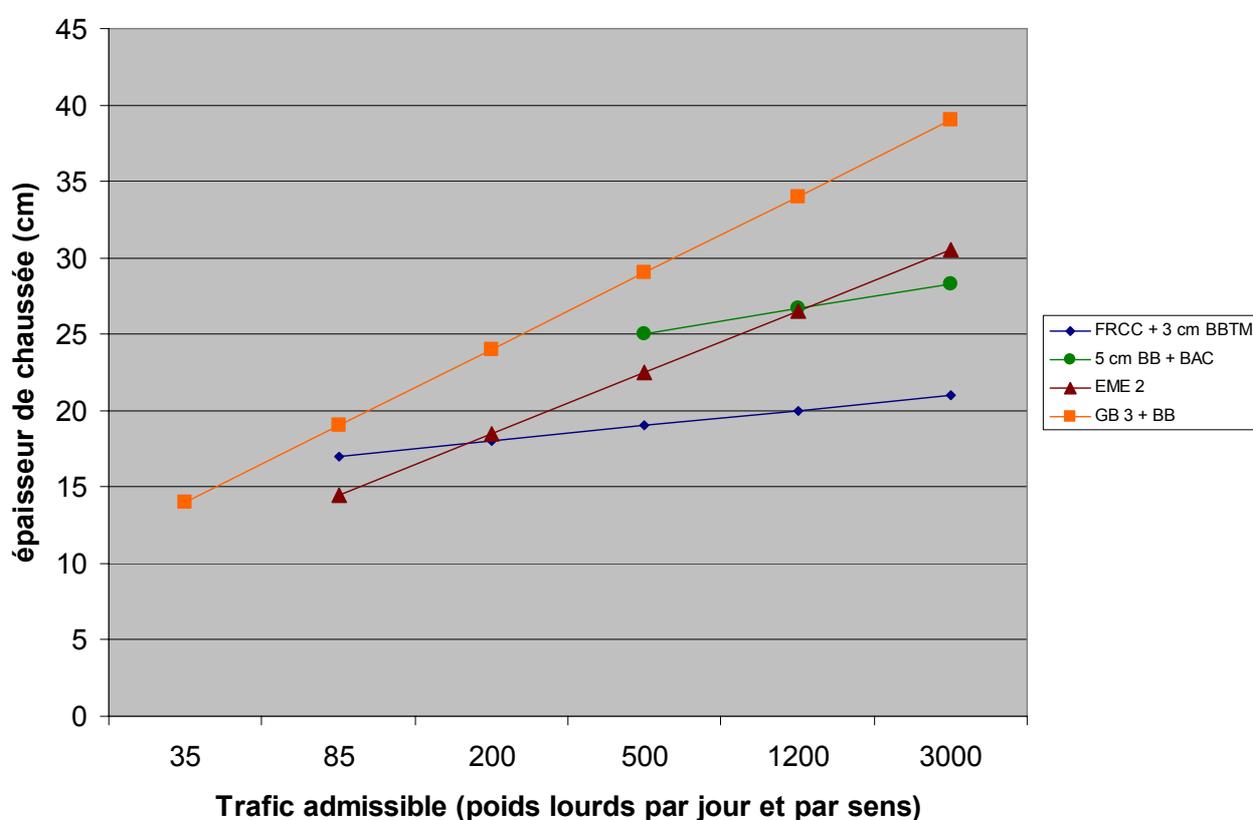


Figure 3 - Epaisseurs de structures de chaussées sur plate-forme PF3 à 120 MPa (d'après le Catalogue français de 1998 extrapolé par ajout du FRCC™)

Le graphique en figure 3 traduit les pentes de droites de fatigue respectives des matériaux, soit 1/5 pour les enrobés bitumineux et 1/16 pour les bétons de ciment. Il montre que les épaisseurs respectives d'enrobé à module élevé EME 2 et de FRCC™ sont équivalentes à un trafic de 200 poids lourds par jour et par sens, puis que l'augmentation d'épaisseur FRCC™ est moins rapide que celle des matériaux bitumineux pour les trafics plus élevés.

La figure 4 (page suivante) donne, en fonction du trafic, une comparaison générale des coûts au m² de chaussée pour différentes techniques, sur la base de prix unitaires moyens de vente hors taxe de chacun des matériaux concernés.

En conclusion, les structures FRCC™ ne sont pas compétitives sous trafics faibles, mais elles le deviennent à partir d'un trafic de 500 poids lourds par jour et par sens où l'écart en faveur du FRCC™ est de l'ordre de 8 à 10% par rapport aux solutions bitumineuses les plus performantes. L'écart croît ensuite parallèlement à l'augmentation du trafic.

De même, en termes de développement durable, pour une chaussée amenée à supporter un trafic de 500 poids lourds par jour, la solution FRCC™ permet une économie en granulats nobles qui varie entre 15% par rapport à l'EME2 et 35% par rapport à la grave-bitume + enrobé.

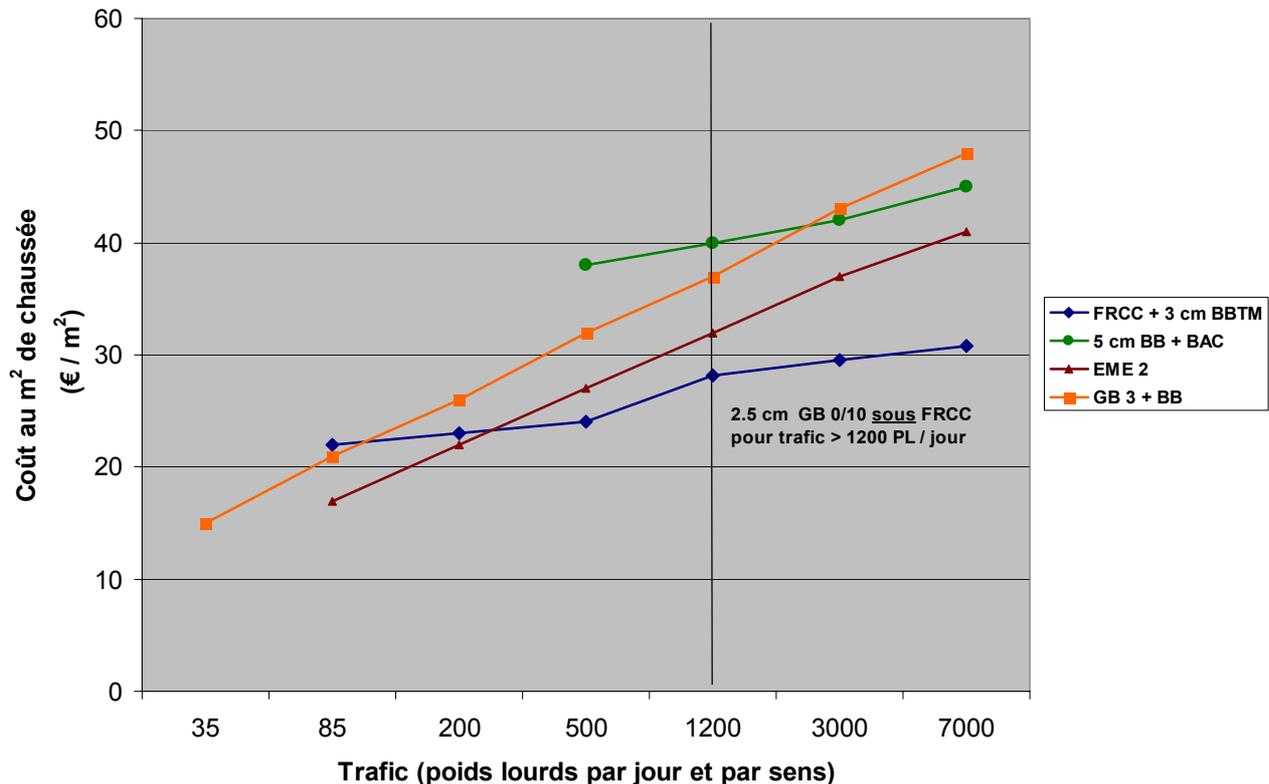


Figure 4 – Comparatif de coûts au m² de chaussée en Europe occidentale (prix moyens)

En Europe Centrale et Orientale, les pays de l'ex-bloc soviétique avaient pour référence l'essieu de 8,5 tonnes. Le passage à l'essieu européen de 11,5 tonnes a donc provoqué des dégradations généralisées, orniérage systématique de l'ordre de 10 cm de profondeur et excès de fatigue des structures de chaussée des réseaux routier nationaux, dans l'ensemble des pays concernés. En Pologne notamment et en Roumanie, mis à part les programmes autoroutiers neufs pouvant faire l'objet de prêts de la part de banques internationales ou de montages en concessions, le marché potentiel du procédé FRCC™ est la mise à niveau des réseaux routiers nationaux où de gros efforts restent à faire.

En Pologne, la technique habituelle de renforcement des routes nationales orniérées est, après fraisage des matériaux ayant flué, l'application de 15 cm de grave-bitume + 5 cm d'enrobé en couche de roulement. La figure 5 montre que, à pouvoir structurel équivalent, la solution 10 cm de FRCC™ + 4 cm d'enrobé mince au bitume 35/50 apporte un remède radical au problème de l'orniérage, en même temps qu'une économie de l'ordre de 10 à 12% au mètre carré de renforcement de chaussée.

National Road - Poland		
5 cm asphalt	105 US \$ / m ³	5.25 US \$ / m ²
15 road base asphalt	95 US \$ / m ³	14.25 US \$ / m ²
Existing road after milling		19.50 US \$ / m ²

National Road - Poland		
4 cm asphalt	105 US \$ / m ³	4.20 US \$ / m ²
10 cm FRCC	130 US \$ / m ³	13.00 US \$ / m ²
Existing road after milling		17.20 US \$ / m ²
		Savings = 12%

Figure 5 – Variante FRCC™ pour renforcement de routes nationales en Pologne

2.3. Evaluation économique de la technique FRCC™ en Chine

La figure 6 montre le positionnement économique du FRCC™ par rapport aux enrobés classiques, enrobés à module élevé et BAC.

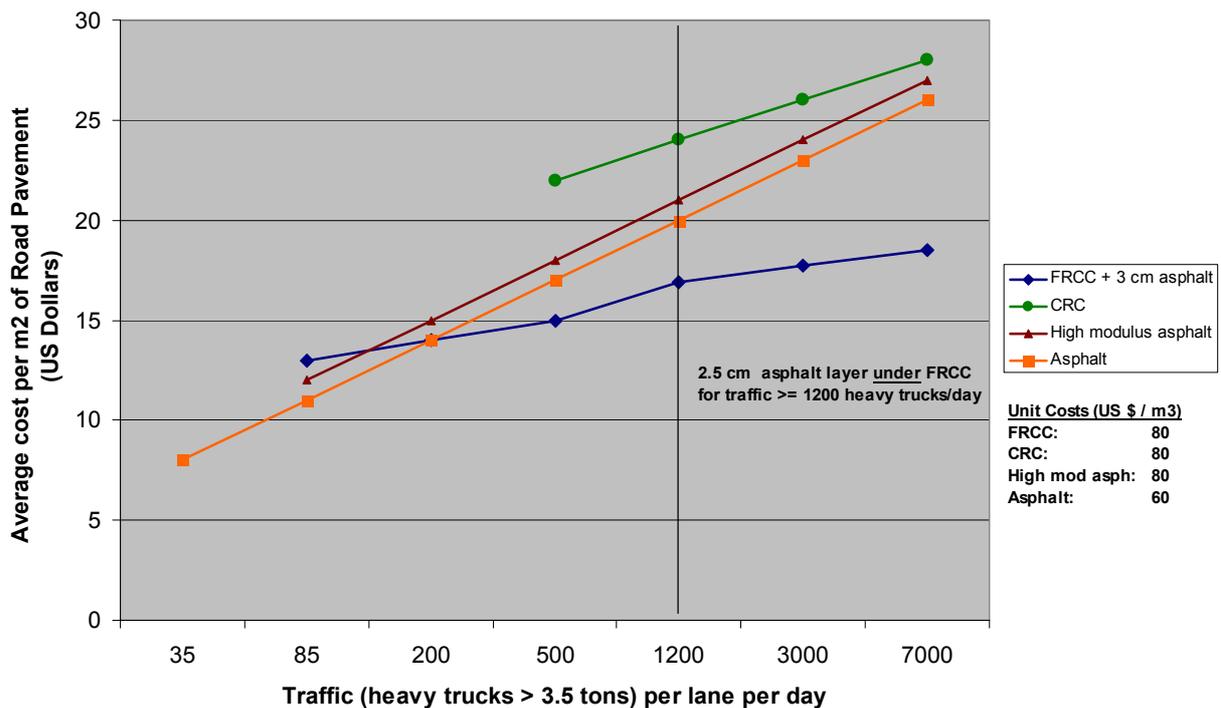


Figure 6 – Comparatif de coûts au m² de chaussée en Chine (prix moyens)

Un chantier FRCC™ expérimental est programmé en Chine dans la Province du Shanxi à l'automne 2003, dans le cadre d'un transfert de technologie entre CTI et le *Communications Planning, Surveying and Designing Institute of Shanxi Province*. Il s'agit d'une opération de 120.000 m², soit 12 km de chaussée neuve à 2 x 2 voies sur une route nationale de classe 1. Cette chaussée supportera un trafic de 2.500 poids lourds par jour et par sens, dont un grand nombre de poids lourds en surcharge avec des essieux qui atteignent couramment 19 tonnes (l'essieu légal en Chine est de 10 tonnes) dans une

région minière de transport de charbon. D'autres opérations FRCC™ sont actuellement en négociation avec la Municipalité de Shanghai.

Par rapport aux résultats comparatifs observés en Europe occidentale sur les différentes techniques étudiées mais dans le contexte d'un niveau de prix globalement plus bas d'environ 20 à 30 % en Chine, les conclusions de l'évaluation économique vont cependant dans le même sens. Nous observons en effet un avantage économique de l'ordre de 10 à 15% en faveur du FRCC™ pour un trafic de 500 poids lourds par jour et par sens, et l'écart en faveur du FRCC™ croît parallèlement à l'augmentation du trafic.

Plus précisément, la figure 7 permet de comparer des chaussées autoroutières structurellement équivalentes. Il s'agit d'un exemple dans la Province du Hubei pour une structure fréquemment utilisée et correspondant aux normes nationales du *MOC (Ministry of Communications)*, c'est-à-dire une chaussée semi-rigide épaisse comportant 18 cm de matériaux bitumineux. L'économie apportée par la solution FRCC™ (dont le prix unitaire est de 75 US \$ / m³ dans le Hubei pour environ 80 US \$ / m³ à Shanghai) est de l'ordre de 8 à 10% et la différence en termes de consommation de granulats est de 30% en faveur de la solution FRCC™.

4 cm asphalt	65 US \$ / m ³	2.60 US \$ / m ²
7 + 7 cm asphalt	60 US \$ / m ³	8.40 US \$ / m ²
25 + 30 cm gravel treated with cement	23 US \$ / m ³	12.65 US \$ / m ²
□ 6% cement □		23.65 US \$ / m ²
Sub-grade 30 MPa		

3 cm asphalt	65 US \$ / m ³	1.95 US \$ / m ²
15 cm FRCC	75 US \$ / m ³	11.25 US \$ / m ²
2.5 cm asphalt	60 US \$ / m ³	1.50 US \$ / m ²
30 cm gravel treated with cement	23 US \$ / m ³	6.90 US \$ / m ²
□ 6% cement □		21.60 US \$ / m ²
Sub-grade 30 MPa		Savings = 9%

Figure 7 – Variante FRCC™ en chaussée neuve autoroutière dans le Hubei (Chine)

A noter la bonne qualité et le prix relativement bas des ciments chinois, d'où le choix des structures semi-rigides pour des motifs économiques visant à réduire les importations de bitume. Suivant les directives du *MOC* en vue du recyclage des sous-produits issus de la production d'électricité par les centrales thermiques, le ciment en couches de fondation est fréquemment remplacé par des cendres volantes qui restent surabondantes dans les provinces minières, en particulier dans le Shanxi. A noter également que les fibres Dramix 80/60 pour FRCC™ sont fabriquées à Shanghai par une filiale de Bekaert.

En conclusion pour la Chine, il faut souligner les efforts, au niveau national, afin d'utiliser des produits locaux et de diminuer les importations de bitume, au prix toutefois de la fissuration des chaussées, plus particulièrement dans le cas de l'utilisation des cendres volantes. Dans ce contexte, il est intéressant de constater à quel point la technique FRCC™ peut apporter une réponse, à la fois aux critères économiques rejoignant les prescriptions du *MOC*, et aussi à des critères techniques visant à améliorer la qualité des chaussées par une réduction de la fissuration. C'est pourquoi les perspectives de

développement du procédé FRCC™ en Chine sont considérables, à condition toutefois de confirmer sur site les avantages économiques espérés et de réussir chaque étape, y compris les plus modestes, de ce développement.

3. SPÉCIFICATIONS BASÉES SUR LES PERFORMANCES

Par rapport aux techniques bitumineuses, le procédé FRCC™ présente les mêmes avantages que les techniques traditionnelles de béton pervibré qui permettent :

- de remédier aux problèmes d'orniérage,
- et, à la condition d'un dimensionnement correct à la construction, d'assurer une très longue durée de vie à la chaussée ainsi que de limiter les coûts d'entretien au seul renouvellement périodique de la couche de roulement bitumineuse.

Toutefois les bétons de ciment sont, par nature, soumis au retrait lié à la prise du liant et ont pour inconvénient la fissuration générée par les contraintes mécaniques correspondantes. Le béton utilisé en FRCC™ ne constitue pas une exception sur ce point, malgré l'obtention de performances mécaniques élevées obtenues avec un dosage relativement faible en ciment et en eau qui permet de limiter le retrait hydraulique. Les fibres d'acier sont introduites afin précisément de contrôler la fissuration du FRCC™ : il convient donc de définir les limites acceptables de cette fissuration.

Les carottages et les auscultations pratiqués par l'équipe du LROP montrent que l'ouverture des fissures de FRCC™ est de 0,8 à 1 mm sur toute l'épaisseur de la dalle, et que le transfert de charge est à 100% entre les bords de fissures. Des prélèvements de prismes de FRCC™ montrent également la présence de nombreuses micro fissures d'une ouverture de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm, qui restent invisibles à la surface de la couche de roulement bitumineuse. Un dosage de 30 kg de fibres par m³ de FRCC™ correspond à un pas de fissuration de l'ordre de 30 à 60 m.

Il faut souligner la différence entre :

- la fissuration des chaussées en BAC ou en FRCC™ qui n'est pas préjudiciable ;
- et les fissures de graves traitées aux liants hydrauliques dont l'ouverture est de plusieurs millimètres, notamment en Chine avec les graves cendres volantes dont l'intérêt économique est indéniable, au détriment toutefois de la qualité du transfert de charge entre bords de fissures.

La question se pose également de la corrosion des fibres dans les fissures de FRCC™. Rappelons à ce propos les observations sur les BAC en service depuis plus de 20 ans et qui montrent, pour des fissures d'ouverture inférieure à 1 mm :

- une quasi-absence de corrosion des aciers au niveau des fissures, notamment dans des chaussées non recouvertes d'une couche de roulement bitumineuse ;
- un transfert de charge entre bords de fissures qui est assuré par les granulats eux-mêmes, et non pas par les aciers.

Sur la base de ces constatations et bien qu'une telle procédure n'apparaisse pas indispensable, les fissures de FRCC™ sont étanchées avec une émulsion de bitume sablée sur une largeur d'environ 10 cm (en prenant exemple de l'opération du même type

effectuée pour étancher un joint chaud sur froid après une reprise d'enrobés bitumineux). Cette intervention, bien faite, est quasi invisible pour un usager motorisé. Il faut toutefois la renouveler tous les 2 à 3 ans si on veut conserver l'étanchéité, ce qui suppose alors une sujétion d'entretien peu coûteuse mais nécessitant cependant des fermetures partielles de voies pendant la durée (courte) de l'intervention.

Une section expérimentale en FRCC™ d'environ 300 m de longueur a été réalisée avec un dosage de 40 kg de fibres par m³ de béton. Après 3 hivers, cette section montre seulement 2 amorces de fissures et apparaît donc fonctionner de façon optimale avec une micro fissuration qui ne traverse pas la couche de roulement bitumineuse. A ce jour il est encore trop tôt pour pouvoir tirer des conclusions définitives concernant cette évaluation, et d'autres expérimentations et auscultations sont nécessaires. Toutefois des tendances semblent pouvoir être dégagées en termes de spécifications basées sur les performances, avec deux niveaux de service qui pourront être proposés dans les applications de la technique FRCC™ :

1. un niveau de service « standard », correspondant à un dosage de 30 kg de fibres qui aboutit à quelques fissures de moins de 1 mm d'ouverture avec un bon transfert de charge (c'est-à-dire en fait des fissures comparables à celles du BAC mais espacées de 30 à 60 m au lieu de 1,50 à 3 m). Comme le montrent les éléments de prix au chapitre 2 ci-dessus, le produit FRCC™ correspondant est très compétitif sur les chaussées à fort trafic et peut répondre aux besoins des maîtres d'ouvrage qui recherchent une innovation pour réduire les coûts ;
2. un niveau de service « haut de gamme », correspondant à un dosage de 40 kg de fibres et proposant une chaussée en béton de ciment continu, anti-orniérage et quasi sans fissures, qui vise à satisfaire les maîtres d'ouvrage très exigeants, particulièrement en ce qui concerne l'image de leurs chaussées. La contrepartie du dosage supplémentaire de 10 kg de fibres est alors un surcoût de l'ordre de 6 à 8 % au m² de chaussée qui, dans ce cas, vient diminuer nettement l'avantage compétitif de la technique FRCC™ par rapport aux solutions bitumineuses.

RÉFÉRENCES

FICHEROULLE, B. (2001) Fiber reinforced Roller Compacted Concrete, for a continuous cement concrete road. Présentation orale et sur CD-Rom au congrès International Road Federation, Paris.