

REVETEMENT BI-COUCHE EN BETON ARME CONTINU A ESTAIMPUIS SUR LA N511

R. Debroux & R. Dumont

Ministère wallon de l'Équipement et des Transports de la Région Wallonne, Belgique
rdebroux@met.wallonie.be

RESUME

La durabilité, l'absence de déformations, le peu d'entretien lorsque la structure routière a été correctement conçue et réalisée sont, parmi les qualités des revêtements en béton de ciment, celles qui font en général l'unanimité.

Par contre, le confort et le bruit de roulement sont des caractéristiques plus sujettes à controverse.

De nombreux progrès significatifs ont été accomplis dans ces domaines au cours des dernières décennies et on peut penser notamment à l'amélioration des traitements de surface (poutre superlisseuse et dénudage chimique), à l'utilisation de granulats fins ou encore au béton fin drainant.

C'est pour mieux cerner cette problématique que les options d'un chantier expérimental de revêtement bi-couche en béton armé continu ont été définies.

La variable principale porte sur la dimension des granulats de la couche supérieure.

Les mesures de confort (APL – analyseur de profil en long) et une campagne de relevés acoustiques permettront d'apprécier l'opportunité et l'efficacité des dispositions constructives retenues.

MOTS CLES

BETON ARME CONTINU / MACROTEXTURE / PLANEITE / BRUIT

1. INTRODUCTION

La N511 Dottignies (Entité de Mouscron) – Watrelos (France) est une liaison transfrontalière qui met en communication les réseaux autoroutiers belge et français.

Elle dessert des zones économiques en développement et est appelée à supporter un trafic de transit et local important.

Sur le territoire de la commune d'Estaimpuis, au départ de la frontière française, une section de +/- 1250m est en réalisation, depuis plusieurs années déjà. Les carrefours giratoires d'extrémité, avec revêtement en BAC, sont en chantier et seront terminés au cours de l'année 2003.

Le revêtement de la route proprement dite n'était que provisoire et il devenait indispensable et urgent d'y poser le revêtement définitif.

L'environnement est un paysage de plaine, espace rural ouvert qui se prête bien à tester dans de bonnes conditions les performances acoustiques d'un revêtement routier.

2. DONNEES DU PROJET

La longueur totale de la section est de 1250m, laquelle est divisée en 4 zones expérimentales.

L'épaisseur totale du BAC est de 20 cm

La largeur du revêtement est de 9,50m, bétonnée en 2 phases : 6,5m pour le côté droit et 4m pour le côté gauche.

Les caractéristiques essentielles des 4 zones sont reprises dans le tableau 1 :

Tableau 1

N° section	Longueur		Couche inférieure		Couche supérieure	
	Côté droit Largeur 6,5m	Côté gauche Largeur 4m	Epaisseur	Granulats	Epaisseur	Granulats
1	348,85 m	380,85 m	15 cm	0/32	5 cm	0/7
2	321 m	322 m	14 cm	0/32	6 cm	0/10
3	303 m	270 m	12 cm	0/32	8 cm	0/14
4	291,65 m	291,65 m	12 cm	0/32	8 cm	0/20

Outre le respect des règles du cahier des charges-type RW99 en vigueur à la Région wallonne, les principales prescriptions techniques contractuelles du cahier spécial des charges sont les suivantes :

- Le filet d'eau est bétonné simultanément à la voie de circulation
- Il n'y a pas de culée d'ancrage – Cette fonction est assurée par les anneaux en BAC des giratoires d'extrémité.
- Le bétonnage est obligatoire en 2 couches, béton frais sur béton frais. La mise en œuvre s'effectue par 2 machines à coffrages glissants et la distance séparant ces 2 machines en cours de bétonnage ne peut être supérieure à 20 m. Seule la deuxième machine, qui doit progresser sans arrêt et de manière continue, est équipée d'une poutre lisseuse.
- Un entraîneur d'air est imposé pour le béton de seconde couche et le rapport E/C (eau sur ciment) est inférieur à 0,40.
- Le traitement de surface consiste en un dénudage chimique du squelette pierreux. La qualité et la quantité du retardateur de prise doivent être adaptées à chacune des granulométries du béton de surface. Une plage d'essais d'au moins 20 m² sera réalisée.

3. MATERIAUX ET COMPOSITION DU BETON

Le ciment utilisé est spécifié CEM III/A 42,5 N LA.

Les concassés des couches inférieure et supérieure sont de nature porphyre.

Les compositions de béton, telles que communiquées par la centrale à béton sont reprises dans le tableau 2 :

Tableau 2

Béton	Inférieur	Supérieur			
	0/32	0/20	0/14	0/10	0/7
Concassés de porphyre 20/32	450	-	-	-	-
Concassés de porphyre 2/20	720	-	-	-	-
Concassés de porphyre 7/20	-	750	-	-	-
Concassés de porphyre 7/14	-	-	730	-	-
Concassés de porphyre 7/10	-	-	-	730	-
Concassés de porphyre 2/7	-	375	355	345	1060
Sable de rivière 0/4	385	485	485	485	485
Sable fin 0/1	300	200	200	200	200
Ciment	395	420	435	440	450
Plastifiant	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7
Entraîneur d'air	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2

Les adjuvants entraîneur d'air et plastifiant sont ajoutés en centrale.

3. EXECUTION

Ce chantier a été spécialement programmé à l'occasion de la visite en Belgique d'une mission technique sur la conception et la construction des chaussées en béton, organisée par le Comité AIPCR-Québec et le Ministère des transports du Québec.

Cette mission, qui s'est déroulée du 9 au 13 juin 2002, était conduite par Madame Anne-Marie Leclerc, sous-ministre adjointe et directrice générale des Infrastructures et des technologies au Ministère des Transports.

Le coordonnateur technique de la mission était Monsieur Nelson Rioux, Chef du secteur expertises en chaussées et président du comité C7/8 des chaussées routières de l'AIPCR. Préalablement à la mise en œuvre du BAC, la voirie qui était en service depuis plusieurs années avec un revêtement bitumineux provisoire a fait l'objet de réparations en recherche.

Ces réparations ont porté sur la fondation en béton maigre et le revêtement existant a été profilé par fraisage.

En outre, l'ensemble a été recouvert d'une couche nouvelle d'enrobé bitumineux (couche intermédiaire) de 6 cm d'épaisseur.

Les travaux se sont déroulés avec des conditions atmosphériques qui peuvent globalement être considérées comme favorables pour un chantier de revêtement en béton de ciment, dans la mesure où les températures n'ont guère été clémentes en cette période généralement assez estivale.



4. ESSAIS SUR LE BETON

De nombreux essais ont été réalisés, tant sur les matériaux que sur les bétons frais et durci.

Les essais effectués sur les bétons, ainsi que les références des méthodes suivies, sont énoncés ci-après :

4.1. Essais sur béton frais

Ces essais sont réalisés à l'aide d'un laboratoire mobile, présent sur le site d'exécution.

- Slump-Affaissement NBN B15-232 (1ère édition mars 1982)
- Vébé NBN B15-234 (1ère édition mars 1982)
- Masse Volumique Humide (MVH) NBN B15-213 (2ème édition mars 1982)
- Teneur en air Méthode à pression variable NBN B15-224 (1ère édition octobre 1970)
- Teneur en eau par brûlage rapide (< 45 min) sur réchaud à gaz ($T > 350 \text{ }^{\circ}\text{C}$) d'un échantillon de $\pm 12 \text{ kg}$ de béton

4.2. Fabrication d'éprouvettes pour essais sur béton durci et conservation

- Cubes de 15 cm d'arête (moules en acier)
- Dalles de $(40 \times 30 \times 15) \text{ cm}^3$ (moules en bois)
- Fabrication in situ sur table vibrante
- Eprouvettes conservées en moule couvert pendant 24 h in situ ensuite au laboratoire après démoulage à $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $H.R. \geq 95 \%$

4.3. Essais sur béton durci

- Compression NBN B15-220 (2ème édition janvier 1990) sur cubes et cylindres ($S=100\text{cm}^2$) forés dans les dalles. Les faces d'about des cylindres sont rectifiées à la meule au diamant

5. RESULTATS DES ESSAIS SUR LE BETON

Les résultats moyens, obtenus sur bétons frais et durci sont synthétisés dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3 – Essais sur béton frais

	Slump (mm)	VeBe (s)	MVH (kg/m^3)	Air (%vol.)	Eau (l/m^3)
Béton inférieur 0/32	15	5,5	2358	3,5	183
Bétons supérieurs 0/D	31	4	2346	3,4	202

Pour une route du réseau I (trafic lourd dépassant 2000 véhicules par jour et par sens de circulation), les prescriptions contractuelles (résistance à la compression après 90 jours sur cylindres, en Mpa) sont :

- Résistance caractéristique R'_{bk} : 50
- Résistance moyenne minimum $R'_{bm,min}$: $R'_{bk} + 1,645 S_r$
(S_r = écart-type)
- Résistance individuelle minimum $R'_{bi,min}$: $0,85 R'_{bm,min}$

Tableau 4 – Essais sur béton durci

	Prescriptions (min)	Résultats
R'_{bm}	56,54	68,62
R'_{bi}	48,06	62,4

6. ESSAIS SUR LE REVETEMENT

Les différentes sections du revêtement ont été soumises aux tests classiques de mesure de rugosité (coefficient de frottement transversal mesuré à l'odoliographe) et d'uni (CP - coefficient de planéité mesuré à l'analyseur de profil en long).

Les performances à atteindre en matière de rugosité et de planéité sont :

- Rugosité : CFT $\geq 0,50$
- Planéité : CP 2,5 m ≤ 35 et CP 10 m ≤ 70

Les premiers résultats obtenus sont résumés dans les tableaux 5, 6 et 7.

Tableau 5 – Mesures de rugosité

	Section 1 0/7	Section 2 0/10	Section 3 0/14	Section 4 0/20
CFT moyen	0,66	0,70	0,69	0,62

Tableau 6 : Mesures de planéité – CP 2,5 m par 10 m

	Section 1 0/7	Section 2 0/10	Section 3 0/14	Section 4 0/20
CP moyen	15,15	16,2	14,7	17,05

Tableau 7 : Mesures de planéité – CP 10 m par 20 m

	Section 1 0/7	Section 2 0/10	Section 3 0/14	Section 4 0/20
CP moyen	33,3	31,4	28,95	41,05

7. TESTS ACOUSTIQUES

Ainsi qu'annoncé dans l'introduction, la N511 est une liaison transfrontalière entre la France et la Belgique.

Au moment de conclure la rédaction de cette communication, les travaux à la jonction entre les 2 pays sont toujours en cours et le trafic a encore un caractère strictement local.

Les tests acoustiques pour comparer les niveaux de bruits entre les 4 sections ne seront pertinents qu'après la mise en service de la liaison transfrontalière.

Cependant, une situation de référence acoustique a été enregistrée en juin 2003.

Elle consiste à placer des sonomètres, de part et d'autre de la voirie, au droit des 4 sections, à une distance de 7,50 m de l'axe de la bande de circulation étudiée et à 1,20 m de hauteur (Norme ISO 11-819-1).

Les données ainsi acquises sont consignées dans le tableau 8.

Tableau 8

Section 0/D	Voie France vers Belgique				Voie Belgique vers France			
	4/7	7/10	10/14	14/20	4/7	7/10	10/14	14/20
Niveau de bruit (dBA)	79,5	80,9	80,0	80,6	78,7	80,3	79,6	80,1

8. CONCLUSIONS

8.1. Matériaux

Les résultats sur les matériaux mis en place peuvent être considérés comme très satisfaisants.

Ils sont sans nul doute le reflet d'une grande vigilance et d'un souci permanent de la qualité dans la préparation et le suivi des travaux.

8.2. Caractéristiques de surface

Les essais de mesure de la rugosité et d'uni montrent assurément que le revêtement présente une sécurité et un confort de roulement très performants, de très haute qualité pour un revêtement en béton de ciment.

Les meilleures valeurs pour la planéité sont enregistrées avec le béton de granulats 0/14. En première analyse, cette situation semble en corrélation directe avec l'option de bétonnage en 2 couches.

La machine avec poutre lisseuse de la couche supérieure, en ne travaillant que sur une épaisseur réduite, peut davantage mobiliser son énergie pour parfaire le fini.

8.3. Performances acoustiques

Quant aux tests acoustiques, les résultats de la situation de référence semblent privilégier les sections de granulométrie 4/7 et 10/14.

Cette comparaison devra être davantage analysée lorsque toute la circulation sera admise sur cet itinéraire.