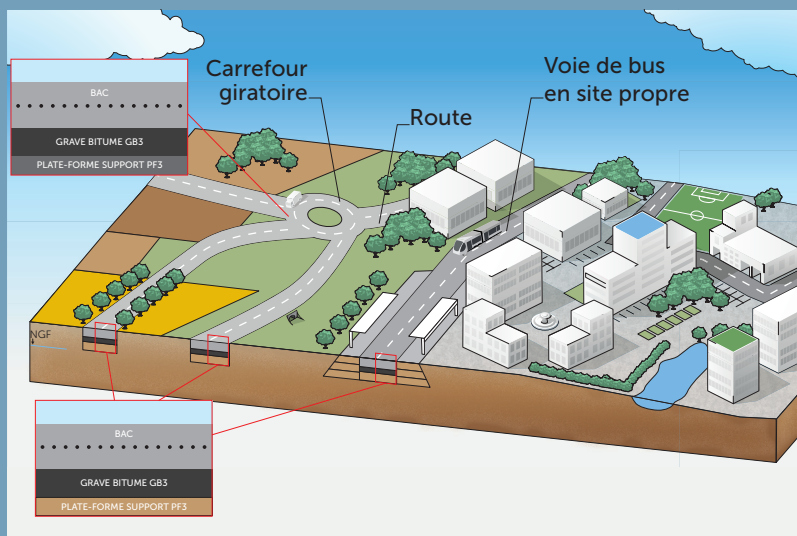


LES CHAUSSÉES COMPOSITES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR GRAVE BITUME

DES STRUCTURES ÉPROUVÉES, DURABLES ET OPTIMISÉES





QU'EST-CE QU'UNE CHAUSSÉE COMPOSITE ?

Il s'agit d'un revêtement en béton armé continu (BAC), mis en œuvre non pas de façon traditionnelle sur une fondation en béton maigre, mais sur une fondation en matériau bitumineux, ou plus exactement sur une grave bitume enrichie de catégorie GB3. Le revêtement béton peut être recouvert d'une couche de surface en béton bitumineux (Figure 1).



Photo de gauche : vue d'une autoroute en chaussée composite (côté gauche sans couche de surface, côté droit avec couche de surface).

Photo de droite : vue générale de l'A6.

- 1 Support
- 2 Couche de fondation en grave bitume
- 3 Joint longitudinal
- 4 Revêtement en béton armé continu
- 5 Armatures continues

BÉTON ARMÉ CONTINU POUR UN UNI ET UNE QUALITÉ DE ROULEMENT

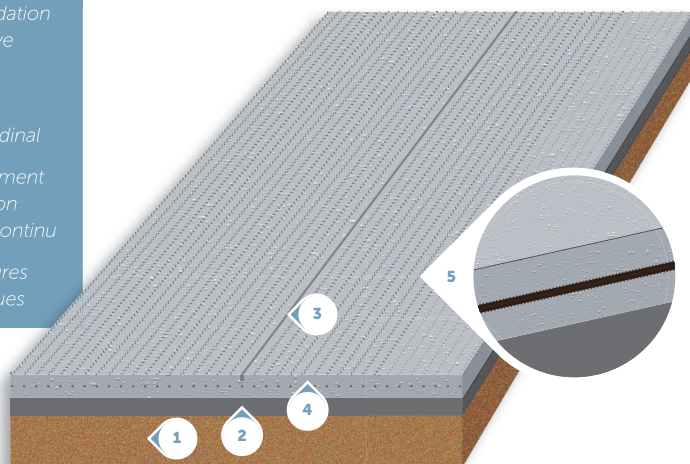


Figure 1 : Chaussée composite avec un revêtement Béton Armé Continu BAC et une couche de fondation GB3



LE CONCEPT

Ce concept de chaussée repose sur le principe de l'utilisation optimale des qualités mécaniques intrinsèques des matériaux (Béton de ciment et grave bitume) et du collage « naturel » et durable du béton mis en œuvre sur un matériau bitumineux. En effet, le béton de ciment est un matériau de module élastique élevé (35000 MPa), dont la valeur demeure constante dans le temps et surtout insensible à la température et à la durée d'application des charges. Il est idéalement destiné à être placé en couche supérieure de chaussée, avec une durée de service longue.

En outre, la grave bitume est un matériau viscoélastique, dont le module d'élasticité varie en fonction de la durée d'application des charges et en fonction de la température ambiante (23 000 MPa à -10°C et 1 000 MPa à $+40^{\circ}\text{C}$). En revanche, ce matériau a trois qualités : il est non érodable, sans retrait et souple, admettant des déformations assez fortes sans rupture. Il est donc destiné, en premier lieu, à être placé en couche de fondation. La grave bitume apporte donc la déformabilité et la résistance à la fatigue des matériaux bitumineux et garantit un support, pour le BAC, de bonne régularité et non érodable. Elle participe, du fait du collage à l'interface, à la reprise des efforts de traction par flexion induits par le trafic routier.

Enfin, un collage durable à l'interface entre le béton de ciment et la grave bitume a été observé puis validé grâce à un programme d'expérimentations lancé par la direction des routes et la profession entre 1995 et 2015. Deux fiches de structures composites ont été élaborées par la direction des Routes pour les réseaux non structurants et structurants « Fiches de structures composites BBTM/ES/BAC/GB3 (Note Direction des Routes ; 2000) » et intégrées depuis au Catalogue des structures-types de chaussées neuves. SETRA/LCPC ; 1998.



Carotte illustrant le très bon collage entre le béton et la grave bitume.



OBJECTIF RECHERCHÉ

Le but recherché est d'avoir une structure à longue durée de vie, à faibles impacts sur l'environnement et à un coût moindre, obtenue par une diminution des épaisseurs, par suite du collage à l'interface des deux couches.



DIMENSIONNEMENT

Le collage des couches est une notion importante dans le dimensionnement et les hypothèses prises en compte dans le guide technique « Conception et dimensionnement des structures de chaussées ». SETRA/LCPC ; 1994 et dans le guide technique «Chaussées en béton de ciment. SETRA/LCPC ; 1997 » pour une structure béton classique sont les suivantes :

- Interface couche de fondation/plate-forme considérée collée,
- Interface couche de base en béton sur couche de fondation en béton maigre volontairement décollée à la construction pour éviter la transmission des fissures de retrait non contrôlées de la fondation à la couche de base.

Il n'est donc pas possible de tirer profit d'un éventuel collage entre les deux couches de la structure pour optimiser le dimensionnement.

En revanche, pour la chaussée composite, il est possible de tirer profit du collage naturel et durable à l'interface entre le béton et la grave bitume du fait que celle-ci est, non seulement « non érodable », mais aussi et surtout un « matériau sans retrait ». Il est par conséquent judicieux de l'intégrer à la structure et la faire travailler comme une couche dimensionnante pour optimiser le dimensionnement. Les efforts de traction par flexion induits par le trafic sont ainsi répartis sur deux couches traitées et collées au lieu d'une seule.

La méthode de dimensionnement pour les chaussées composites en BAC/GB3 est donnée par la norme NF P 98 086 « Dimensionnement des chaussées ». Elle est conforme à la méthode donnée par le guide technique SETRA/LCPC de 1994, mais en y incorporant les modifications suivantes :

- la prise en compte d'un collage durable à l'interface entre le Revêtement BAC et la fondation GB3;
- l'adaptation du coefficient de discontinuité « kd » : il passe de 1/1,47 pour une structure BAC classique à 1/1,07 pour une chaussée composite.

Ces deux modifications entraînent une réduction importante de l'épaisseur de la structure composite (environ 25 à 30%) par rapport à une structure classique (Figures 2 et 3).

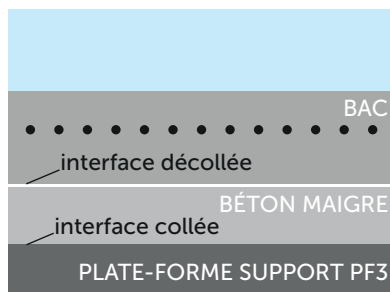


Figure 2. Structure BAC classique (BAC/ Béton maigre) avec collage entre fondation et plate-forme et décollément entre BAC et béton maigre.

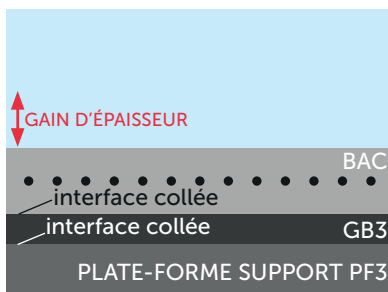


Figure 3. Structure composite BAC / GB3 illustré par un collage entre GB3 et plate-forme mais aussi un collage entre BAC et GB3.



CONCEPTION

1 PLATE-FORME SUPPORT

La chaussée composite doit être conçue et réalisée sur une plate-forme support de bonne qualité. En effet, l'hypothèse d'un collage du Béton BAC sur son support en GB3, conduit à reporter sur celle-ci les efforts de traction en fond de couche. Dans ce cas, la couche de grave bitume joue à la fois le rôle de couche non érodable et de couche dimensionnante.

C'est pourquoi, pour ne pas trop solliciter la grave bitume en traction, il est indispensable d'avoir une couche de forme d'excellente qualité, classée au moins PF3, soit un module supérieur à 120 MPa.

2 LES MATÉRIAUX

Les structures composites étudiées font intervenir le béton et la grave bitume. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- le béton de ciment est conforme aux normes NF EN 13 877-1 « Chaussées en béton – Partie 1 : Matériaux », NF EN 206/CN. Béton - Spécification, performance, production et conformité ». Le béton est en principe de classe BC5, conformément à la norme NF P 98-170 « Chaussées en béton de ciment – Exécution et contrôles » et aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998) ;
- la Grave-Bitume est en principe de classe GB3, conformément aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998) et dans la norme NF EN 13 108-1 « enrobés bitumineux ». Il est recommandé de rechercher une compacité de la grave-bitume supérieure à 92 %.

Nota : D'autres structures, basées sur le même concept, peuvent être dimensionnées à partir de matériaux de classes de performance différentes :

- BC6 pour le revêtement béton;
- EME, GB4 pour les matériaux bitumineux.

3 ÉPAISSEURS DES COUCHES

Pour une durée de service de trente ans, les structures composites ont les épaisseurs suivantes :

- Pour la couche de roulement en Béton Armé Continu, l'épaisseur varie entre 12 et 20 cm, selon le trafic.
- Pour la grave-bitume, l'épaisseur minimale retenue est de 8 cm. L'épaisseur maximale pour la mise en œuvre en une seule couche est de 14 cm.

4

LA SUR-LARGEUR NON CIRCULÉE

Le revêtement en BAC est bordé d'une partie non circulée, la « sur-largeur », dont la dimension dépend du trafic. Elle améliore sensiblement le comportement du revêtement dans les zones sensibles : bords de revêtement côté BAU (bande d'arrêt d'urgence) et côté BDG (bande dérasée gauche). La sur-largeur côté BAU est de :

- 50 cm pour les autoroutes et les voies express ;
- 25 cm pour les autres routes.

La sur-largeur côté BDG est de 25 cm.

5

PROFIL EN TRAVERS

Dans le cas des chaussées unidirectionnelles, on peut retenir un profil en travers trapézoïdal. La différence entre les épaisseurs du bord droit et du bord gauche du revêtement ne dépassera pas 2 cm, en rappelant toutefois que l'épaisseur minimale du béton est de 12 cm.



AVANTAGES

Les avantages sont :

- structure optimisée techniquement du fait de la complémentarité des matériaux béton et grave-bitume
- diminution des épaisseurs, par suite du collage à l'interface des deux couches.
- préservation des ressources naturelles en matériaux nobles.
- moins de transport des matériaux, synonyme de moins d'impacts sur l'environnement



DOMAINES D'EMPLOI

Les chaussées composites ont des domaines d'application variés en zones rurales ou péri-urbaines : routes départementales, routes nationales, carrefours giratoires et autoroutes. Cependant, ces structures sont moins adaptées pour des applications urbaines où la présence d'une nappe d'armatures continues peut constituer une contrainte dans le domaine de l'exploitation et des interventions sous chaussées. Les structures en dalles béton à joints goujonnés sur fondation en grave bitume paraissent être une bonne solution pour ce type d'application.

En effet, cette structure qui, au vue des chantiers réalisés depuis une vingtaine d'années sur le réseau des routes départementales et sur les carrefours giratoires, montrent également un collage pérenne du béton sur la fondation en matériau bitumineux et donc la possibilité de réduire les épaisseurs de béton pour rendre concurrentielles ces structures.



CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

1

À L'INTERFACE BÉTON/GRAVE BITUME

Lors de la mise en œuvre du béton, la surface de la couche de la grave-bitume doit être impérativement :

- propre et exempte de toute pollution (poussière, huile, etc.) ;
- suffisamment rugueuse.

2

AU NIVEAU DU CALEPINAGE DES JOINTS

Le revêtement en BAC n'a pas besoin de joints de retrait transversaux. Ce sont les armatures longitudinales qui vont contrôler et organiser le retrait du béton sous forme de fissures transversales fines et espacées en moyenne d'une distance d'environ 1 mètre. En outre, à l'instar des autres structures en béton, il y a besoin de réaliser des joints de retrait longitudinaux, des joints de construction et des joints de dilatation.

3

POUR LE TRAITEMENT DE SURFACE DU BÉTON

Pour conférer au béton les qualités d'adhérence et d'esthétique exigées, plusieurs techniques de traitement de surface sont envisageables : béton balayé, béton désactivé, béton sablé, béton bouchardé, béton coloré, béton hydro-gommé, béton poncé, etc.

1

Béton balayé

2

Béton désactivé

3

Béton sablé

4

Béton bouchardé

5

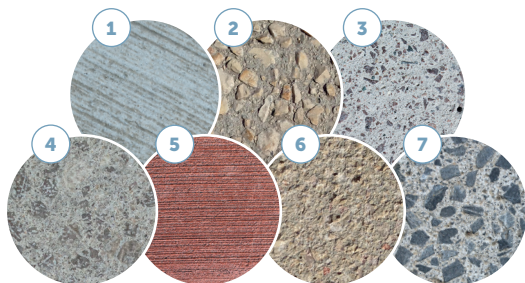
Béton coloré

6

Béton hydro-gommé

7

Béton poncé



En outre, une couche de surface en béton bitumineux BBTM, conforme à la norme NF EN 13108 – 2. « Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux – Partie 2 : Béton bitumineux très mince BBTM », peut être appliquée à la surface du béton à l'aide d'une couche d'accrochage améliorée. Les avantages de cette couche de surface sont les suivantes :

- assurer une bonne étanchéité du BAC vis-à-vis d'une infiltration possible des eaux de ruissellement à travers les fissures inévitables mais contrôlées du béton;
- permettre l'utilisation dans le béton d'une grande quantité de granulats calcaires qui présentent un double avantage:
 - technique, par la réduction du coefficient de dilatation thermique du béton, qui intervient de façon déterminante dans la fissuration,
 - économique, car le coût des granulats calcaires est en général plus faible que celui des autres types de granulats.



CONCLUSION

La structure composite en BAC sur GB3 est aujourd'hui validée, après une vingtaine d'années de service des chaussées sous fort trafic poids lourds. Cette structure comporte une couche de béton, d'épaisseur variant entre 12 à 20 cm selon le trafic, mise en œuvre sur une couche de fondation en grave bitume, dont l'épaisseur est de 8 cm minimum. Pour assurer une durée de service d'au moins une trentaine d'années, il est impératif que cette structure repose sur une plate-forme support de qualité (portance PF3 exigée, soit un module minimal de 120 MPa). L'expérience a montré que, plus ce module est élevé, plus le concept est performant.

La France est le seul pays en Europe à avoir mis en œuvre cette conception innovante de chaussée en béton avec des épaisseurs aussi faibles pour des durées de service longues. Avec une épaisseur totale de chaussée de l'ordre de 25 cm (au lieu de 40 cm pour une chaussée en béton de ciment sur fondation en béton maigre), cette conception concurrence les structures traditionnelles en matériaux bitumineux. À fortiori, le renchérissement potentiel du prix du bitume va entraîner une plus grande compétitivité de cette structure par rapport aux solutions « tout bitume » sur le réseau.



Mise en œuvre du béton armé continu à l'aide d'une machine à cofrage glissant sur une fondation en grave bitume.



RETOUR D'EXPÉRIENCE

1

RN 141 : STRUCTURE COMPOSITE POUR UNE DÉVIATION SUR UNE ROUTE NATIONALE



Maîtrise d'ouvrage

DDE de la Charente

Maîtrise d'œuvre

DDE 16/SGT

Assistance technique à la maîtrise d'œuvre

SETRA – LCPC

Entreprises

CMR GT (Mandataire) - Gailledrat

Fournisseur du ciment

Lafarge

DATE DE RÉALISATION : 1998

LONGUEUR : 2 km

PLATE-FORME SUPPORT : PF3

TRAFIC ESCOMPTÉ : T0 (1 500 PL/j/sens)

LIEU : RN 141 - Nord-Est d'Angoulême.

PROJET : Réalisation d'une voie rapide de 8 m de large pour établir une liaison entre deux voies rapides existantes « déviation des Rassats-Favrauds ».

OBJECTIF : Assurer la continuité du trafic et obtenir une meilleure fluidité du trafic sur la route nationale RN 141.

STRUCTURES RÉALISÉES :

- Structure 1 : longueur 500 m ; 2,5 cm BBTM / 19 cm BAC (0-20) / 8 cm grave bitume (après fraisage de 1 cm) ; durée de service 30 ans ; collage à l'interface béton/grave bitume pendant 15 ans puis décollement.
- Structure 2 : idem structure 1, mais pas de fraisage pour la grave-bitume.
- Structure 3 : longueur 1000 m ; 2,5 cm BBTM/16 cm BAC (0-10)/8 cm grave bitume (après fraisage de 1 cm) ; durée de service 30 ans ; collage à l'interface béton/grave bitume pendant 30 ans.

ARMATURES LONGITUDINALES : Barres d'acier de nuance Fe E 500, de longueur 18 m, de diamètre 16 mm pour BAC 19 cm et de diamètre 14 mm pour BAC 16 cm, ligaturées avec recouvrement 50 cm. Le taux d'acier s'élève à 0,67% par rapport à la section transversale en béton. Elles sont positionnées à mi-hauteur de la dalle grâce à des distanciers transversaux.

MISE EN ŒUVRE : En pleine largeur, à l'aide d'une machine à coffrage glissant.

COMPORTEMENT DE LA STRUCTURE PRINCIPALE : 21 ans de service et rien à signaler sur les trois structures.

RN 4 : STRUCTURE COMPOSITE POUR UNE DÉVIATION SUR UNE ROUTE NATIONALE



Maîtrise d'ouvrage

Etat / Ministère de l'Équipement / DDE 57

Maître d'œuvre

DDE 57

Assistance technique à la maîtrise d'œuvre

CETE de l'Ouest

Entreprises

- > Couche de forme, grave-bitume et échangeurs : Colas Est
- > Chaussée béton et bétons extrudés : Gailledrat (mandataire)

Fournisseur du ciment

EQUIOM

DATE DE RÉALISATION : 2001

LONGUEUR : 4 km

PLATE-FORME SUPPORT : PF3

TRAFIC ESCOMPTÉ : T0 (1 500 PL/j/sens)

LIEU : Route Nationale RN4.

LE PROJET : Contournement des villes de Bebing et d'Imling.

OBJECTIF : Améliorer la circulation et obtenir une meilleure fluidité du trafic sur la Route Nationale RN 4.

STRUCTURES RÉALISÉES : Une structure composite, constituée d'une couche de surface en BBTM 0/10, d'épaisseur 2,5 cm, d'un revêtement en Béton Armé Continu BAC d'épaisseur 17 cm pour la chaussée nord (sens Strasbourg-Metz) et 16 cm pour la chaussée sud et d'une couche de fondation en grave bitume GB3 d'épaisseur 9 cm traité par grenailage. Les travaux de terrassements ont consisté à réaliser une couche de forme en grave non traitée d'épaisseur 50 cm, recouverte d'un enduit bicouche et d'une couche d'accrochage. Cette structure a été dimensionnée pour une durée de service de 30 ans. Chacune de ces chaussées adopte un profil en pente unique pour faciliter l'évacuation des eaux pluviales.

ARMATURES LONGITUDINALES : barres d'acier de nuance Fe E 500, de longueur 18 m et de diamètre 14 mm, ligaturées avec un recouvrement de 50 cm et positionnées à mi-hauteur de la dalle de béton à l'aide de « trompettes » fixées à l'avant de la machine à coffrage glissant. Le taux d'acier s'élève à 0,67% par rapport à la section transversale en béton.

COMPORTEMENT DE LA STRUCTURE PRINCIPALE : 18 ans de service et rien à signaler sur la structure principale.

3

MAIZIÈRES : STRUCTURE COMPOSITE POUR UN CONTOURNEMENT SUR UNE ROUTE DÉPARTEMENTALE



Maîtrise d'ouvrage

District urbain de Neuves-Maisons

Maître d'œuvre

Société lorraine d'ingénierie (SLI – 54)

Entreprise titulaire

Gaillardrat

> Sous-traitant : terrassements, SLDTP (54) ;

> Sous-traitant : grave-bitume, Soloroute (54)

Fourniture béton

centrale BGIE – groupe Vicat

DATE DE RÉALISATION : 1999

PLATE-FORME SUPPORT : PF3

LONGUEUR : 700 m

LARGEUR : 7,60 m

PROFIL TRANSVERSAL : en toit avec un devers de 2,5% de part et d'autre de l'axe médian

TRAFFIC ESCOMPTÉ : T1

LIEU : Maizières (Meurthe-et-Moselle).

LE PROJET : Création d'une nouvelle route permettant le contournement de la commune de Maizières et qui raccorde la Route Départementale RD 974 à la Route Départementale RD 331.

OBJECTIF : Dévier un important trafic Poids Lourds qui traverse la commune de Maizières.

STRUCTURES RÉALISÉES : Une structure composite, constituée d'un revêtement en Béton Armé Continu BAC d'épaisseur 13 cm et d'une couche de fondation en grave bitume GB3 d'épaisseur 8 cm. Les travaux de terrassements ont consisté à réaliser une couche de forme en grave non traitée d'épaisseur 25 cm.

ARMATURES LONGITUDINALES : barres d'acier de nuance Fe E 500, de longueur 18 m et de diamètre 12 mm, ligaturées avec un recouvrement de 50 cm et positionnées à mi-hauteur de la dalle de béton à l'aide de distanciers transversaux, disposés régulièrement tous les mètres. Le taux d'acier s'élève à 0,67% par rapport à la section transversale en béton.

MISE EN ŒUVRE : En demi-chaussée, à l'aide d'une machine à coffrage glissant.

COMPORTEMENT DE L'OUVRAGE : 20 ans de service et rien à signaler.

AIRVAULT : STRUCTURE COMPOSITE POUR UN CARREFOUR GIRATOIRE



Maîtrise d'ouvrage

commune d'Airvault

Maîtres d'œuvre

DDE, subdivision d'Airvault

Assistance technique au Maître d'œuvre

CETE Ouest

Entreprise adjudicataire

Colas Centre-Ouest

Entreprise sous-traitante Béton

Claude Niveleau- Airvault

Fournisseur du béton

Point P – centrale de Bressuire

Fournisseur du ciment

Ciments Calcia

DATE DE RÉALISATION : 2001

RAYON INTÉRIEUR : 14 m

PLATE-FORME SUPPORT : PF3

RAYON EXTÉRIEUR : 22 m

TRAFFIC ESCOMPTÉ : T1/T0

LARGEUR DE LA CHAUSSÉE : 8 m

LIEU : Commune d'Airvault (Deux-sèvres), au lieu-dit Les Rivières, au croisement des deux routes départementales, RD 725 et RD 46.

LE PROJET : Transformation d'un carrefour traditionnel en carrefour giratoire.

OBJECTIF : Fluidifier le trafic et le rendre plus sûr.

STRUCTURE DE L'ANNEAU DU CARREFOUR GIRATOIRE : Une structure composite innovante, constituée d'un revêtement en Béton Armé Continu BAC d'épaisseur 20 cm et d'une couche de fondation en grave bitume GB3 d'épaisseur 10 cm, associé à un traitement de surface par balayage.

ARMATURES LONGITUDINALES : barres d'acier de nuance Fe E 500, de longueur 18 m et de diamètre 16 mm, ligaturées avec un recouvrement de 50 cm et positionnées à mi-hauteur de la dalle de béton à l'aide de distanciers transversaux, disposés régulièrement tous les mètres. Le taux d'acier s'élève à 0,67% par rapport à la section transversale en béton.

MISE EN ŒUVRE : En pleine largeur à l'aide d'une poutre vibrante de 11 m de long.

COMPORTEMENT DE L'OUVRAGE : 18 ans de service et rien à signaler.



Maîtrise d'ouvrage

à compléter

Maître d'œuvre

à compléter

Assistance technique à la maîtrise d'œuvre

à compléter

Entreprises

> Agence Colas IdF

> à compléter

Fournisseur du ciment

à compléter

DATE DE RÉALISATION : oct. 2019

VOLUME : 348 m³

PLATE-FORME SUPPORT : PF3 (120 MPa) traité aux liants hydrauliques. PF2 à l'origine

SURFACE : 1730 m², environ 7m de large

DURÉE DE SERVICE : 30 ans

TRAFFIC ESCOMPTÉ : 1285 PL/jour

LIEU : Gare de Bourg-la-Reine.

LE PROJET : Le maître d'ouvrage souhaitait un ouvrage qualitatif en pavé. Cependant, après étude, le pavé ne donne pas suffisamment de garanties pour répondre aux sollicitations du trafic lourd prévu.

La seconde technique retenue fut un BC5 goujonné sur BC3. Compte tenu du nombre de joints important et de la forte exploitation, un béton armé continu a été privilégié.

OBJECTIF : Durabilité de la structure, résilience de l'ouvrage. Critère esthétique avec l'utilisation d'un calcaire gris apparent après passage de la bouchardeuse.

STRUCTURES RÉALISÉES : BAC de 18 cm (BC5) sur GB3 de 8 cm. Ferrailage de comprenant 21 tonnes d'aciers.

TRAITEMENT DE SURFACE : Bouchardé

ARMATURES LONGITUDINALES : Ignata in sul vidiorum ia mo morsu esta, sed dum ex nos hicasdam nequem sentrarei sa tea pulicautes nonemus, cenatquit. Am iam, quam vit, vest perissolis sest popublienam rei sulinte, quo C. mustre traet fuidessendam autem im ia cont L. Vero pri poresil volum in atquam sintra nosterebatia consunihilin sulvid dit.

COMPORTEMENT DE LA STRUCTURE PRINCIPALE : Ignata in sul vidiorum ia mo morsu esta, sed dum ex nos hicasdam nequem sentrarei sa tea pulicautes nonemus, cenatquit. Am iam, quam vit, vest perissolis sest popublienam rei sulinte, quo C. mustre traet fuidessendam autem im ia cont L. Vero pri poresil volum in atquam sintra nosterebatia consunihilin sulvid dit.



RÉFÉRENCES

- « Fiches de structures composites BBTM/ES/BAC/GB3 (Note Direction des Routes ; 2000). Fiches additionnelles au Catalogue des structures-types de chaussées neuves ». SETRA/LCPC, 1998.
- « Catalogue des structures-types de chaussées neuves ». SETRA/LCPC, 1998.
- Guide technique « Conception et dimensionnement des structures de chaussées ». SETRA/LCPC, 1994.
- Guide technique « Chaussées Béton ». SETRA/LCPC, 1997.
- Norme NF P 98 086. Dimensionnement des chaussées.
- Norme NF EN 13877-1. Chaussées en béton - Partie 1 : Matériaux.
- Norme NF EN 206/CN. Béton - Spécification, performance, production et conformité.
- Norme NF P 98 170. Chaussées en béton de ciment - Exécution et contrôles.
- Norme NF EN 13108-1. Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux.
- Norme NF EN 13108-2. Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 2 : Béton bitumineux très mince BBTM.
- Guide technique « Chaussées composites en béton de ciment. Tome 1 : Structures neuves en BAC collé sur GB ». T 65, Collection technique CIMbéton.
- Structures expérimentales BAC/GB3. Rapport d'expérimentation. SETRA, 2007.
- « Étude chaussée BAC sur GB ; PR12+300 à 17+600 RN 4 ». O. Perez Cerema, Nancy, 2016.
- Charente (16) - Déviation des Rassats-Favrauds (RN 141). Reportage Revue Routes n°66, décembre 1998, CIMbéton.
- La Moselle (57) - déviation de Bébing-Imling (RN 4). Reportage Revue Routes n°79, mars 2002, CIMbéton.
- Meurthe-et-Moselle (54) - Structures composites pour le contournement de Maizières. Reportage revue Routes n° 70, décembre 1999, CIMbéton.
- Deux-Sèvres (79) - Carrefour giratoire d'Airvault en BAC collé sur GB3. Reportage revue Routes n°78, décembre 2001, CIMbéton.
- La Mayenne (53) - Structures composites pour le contournement de Saint-Pierre-La-Cour. Reportage Revue Routes n°94, décembre 2005, CIMbéton.

VOUS SOUHAITEZ EN SAVOIR PLUS ?



infociments.fr
snbpe.org

MAIS AUSSI EN NOUS CONTACTANT :



centrinfo@cimbeton.net



Membres de

