

BÉTONS POUR INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

RETOUR D'EXPÉRIENCE *BILAN DES CHAUSSEES COMPOSITES*

Bilan des chaussées composites

Plan de la présentation

- ❑ Les chaussées béton en france. **Un peu d'histoire**
- ❑ Les chaussées béton en france. **La problématique**
- ❑ Les chaussées béton en france. **Optimisation des structures. Le concept de chaussées composites**
- ❑ **Bilan des chaussées composites en france**

LES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE UN PEU D'HISTOIRE

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

- Le béton est utilisé principalement
 - Sur le réseau à fort trafic (routes nationales et autoroutes)
 - 1 350 km de chaussées béton,
 - Soit 4 % du réseau national.
 - Sur le réseau urbain (6 Mm² par an).

- *Mais ce faible pourcentage **sur le réseau routier** cache une grande richesse technique.*

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

Une multitude de techniques utilisées à grande échelle

- ❑ **Avant 1957** - Revêtement en dalles longues armées,
- ❑ **1958/1970** - Revêtement en dalles courtes à joints non goujonnés "dalles californiennes",
- ❑ **1970/1980** – revêtement en dalles californiennes avec dispositions constructives (drainage – sur-largeur - fondation non érodable - goujons),
- ❑ **1980/1983** - Revêtement en dalles épaisses,
- ❑ **1983/1995** - Revêtement en béton armé continu.

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

Le traitement de surface

- ❑ Brossage transversal,
- ❑ Striage transversal,
- ❑ Rainurage transversal et longitudinal,
- ❑ Dénudage chimique,
- ❑ Couche de surface en produits bitumineux (Enduit Superficiel ESup, béton bitumineux très mince BBTM, Béton Bitumineux BB, Béton Bitumineux Semi-Grenu BBSG, Béton Bitumineux drainant BBDr, etc.).

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

Des applications variées et pleines d'enseignements

□ En travaux neufs

- Revêtement Béton sur fondation en GNT, MTLH, béton maigre ou BCR,
- Revêtement Béton sur fondation en béton bitumineux semi-grenu ou en GB.

□ En travaux d'entretien

- Réfection voie lente (inlay) sur fondation en béton maigre ou en grave bitume,
- Renforcement (overlay) sur structures existantes en béton, en matériaux bitumineux ou en matériaux traités aux liants hydrauliques.

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

Les hypothèses de dimensionnement

La méthode française retient les hypothèses suivantes :

- ❑ Interface béton/fondation : **décollée ou glissante**
- ❑ Coefficient de calage k_d (coefficient de majoration des contraintes dû au caractère discontinu des revêtements béton)
 - $K_d = 1/1,70$ pour les chaussées à dalles californiennes,
 - $K_d = 1/1,47$ pour les chaussées à dalles goujonnées et pour le béton armé continu.

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Un peu d'histoire

Le bilan

- ❑ **Sur le plan structurel**, le BAC donne le meilleur résultat,
- ❑ **En matière de traitement de surface**, une couche de surface en produits bitumineux augmente la durabilité du béton (BAC) (étanchéité),
- ❑ **Le béton colle durablement** sur une fondation en produits bitumineux (résultats confirmés par des campagnes de carottages sur chantiers existants),
- ❑ **Sur le plan économique**, le BAC est plus onéreux qu'une structure bitumineuse équivalente à l'investissement.

LES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE LA PROBLÉMATIQUE

Les chaussées béton en France. La problématique

Problématique des chaussées Béton

- ❑ Absence d'optimisation structurelle : le coefficient K_d sous-évalué,
- ❑ Dimensionnement pénalisé par l'hypothèse de décollement de l'interface béton/fondation.

LES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE. OPTIMISATION DES STRUCTURES. LE CONCEPT DE CHAUSSÉES COMPOSITES

Les chaussées béton en France. Optimisation des structures

Optimisation des structures rigides

Pour optimiser le dimensionnement d'une structure en béton, il faut donc remplacer la couche de fondation en MTLH, Béton maigre ou BCR au profit d'un matériau jouissant des propriétés suivantes :

- Sans retrait,
- Pouvant adhérer au béton (collage),
- Non érodable,
- De rigidité suffisante pour assurer un rôle dimensionnant dans la structure.

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites

Une chaussée composite est une structure comportant :

- ❑ Un revêtement béton en BAC ou en dalles à joints goujonnés BCg,
- ❑ Une fondation en matériau bitumineux. L'interface béton/matériau bitumineux est considérée comme semi-collée.



Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en BAC ou BCg sur GB

□ Le Béton

- **Module élevé** : $E=35\ 000$ MPa,
- **Module invariable** dans le temps, **insensible** à la température et à la durée d'application des charges.
- **Résistance à la traction forte**: $R_t = 3$ MPa.
- **Peu déformable**.

Il est ainsi parfaitement adapté à être placé en couche supérieure de chaussée.



Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en BAC ou BCg sur GB

□ La grave-bitume

- **Module élastique** variable dans le temps et sensible à la température : ($E=20\ 000\ \text{MPa}$ à -10°C , $E=1\ 000\ \text{MPa}$ à $+40^\circ\text{C}$) et au temps d'application des charges,
- Module faible, donc une forte relaxation sous charges répétées ou permanentes (orniérage),
- Résistance à la traction est relativement faible.
- Déformable sans rupture, mais la déformation peut se révéler permanente à haute température.

La Grave Bitume est donc mieux adaptée à être placée en couche de fondation.



Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en Béton Armé Continu sur Grave Bitume

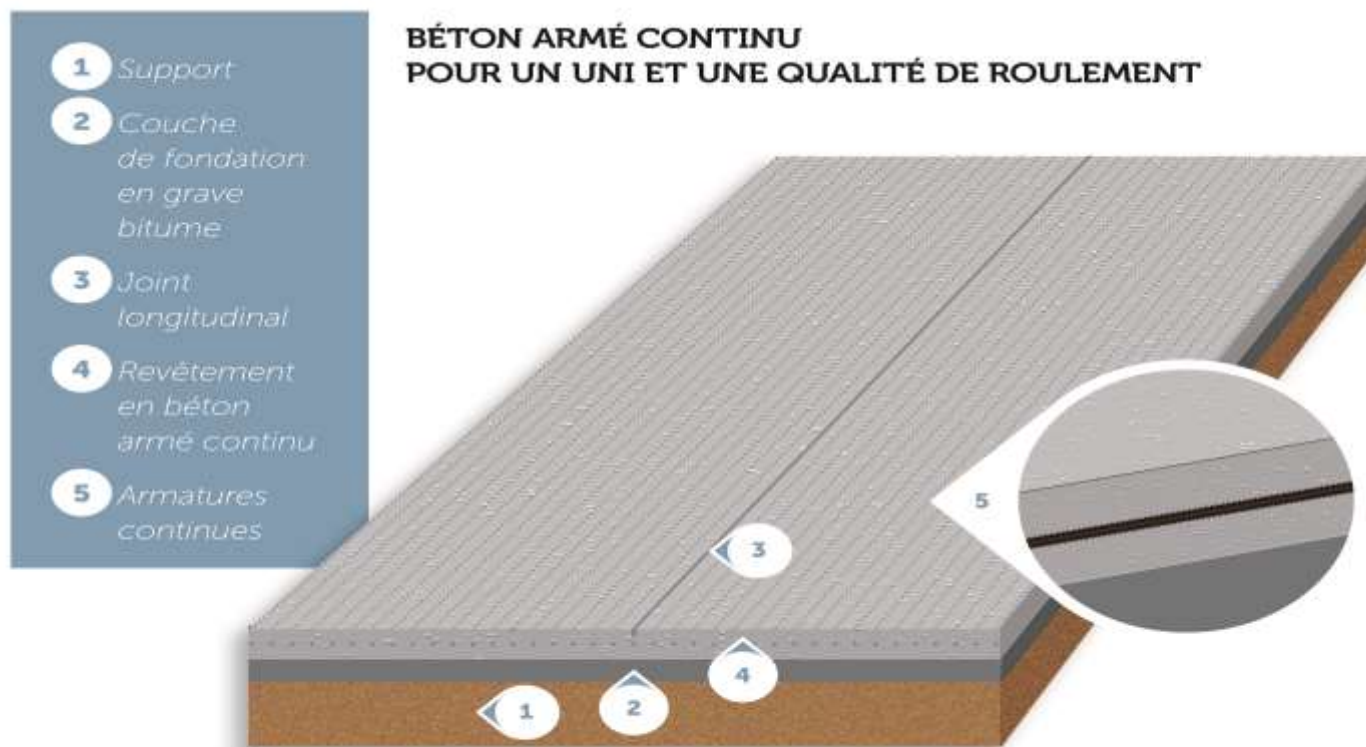
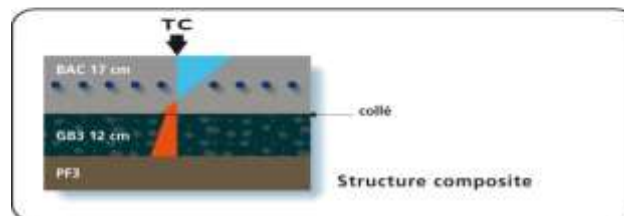
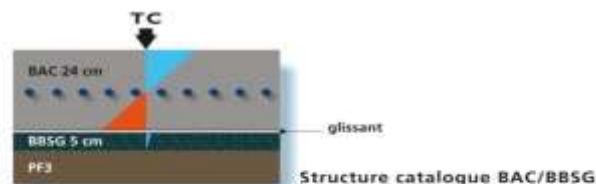
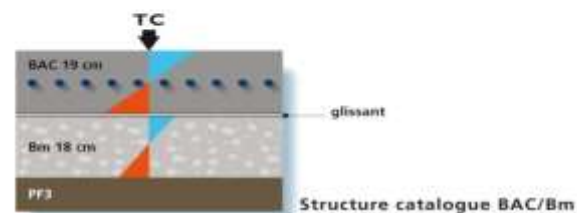
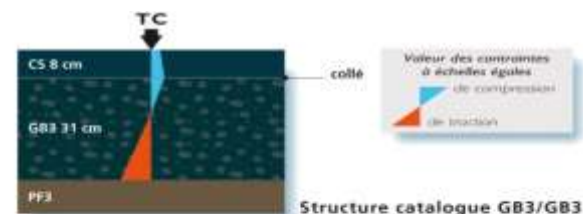


Figure 1 : Chaussée composite avec un revêtement Béton Armé Continu BAC et une couche de fondation GB3

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en Béton Armé Continu BAC sur Grave Bitume GB3.
Principe de fonctionnement.



Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en Béton Armé Continu BAC sur Grave Bitume GB3.

Les bénéfices.

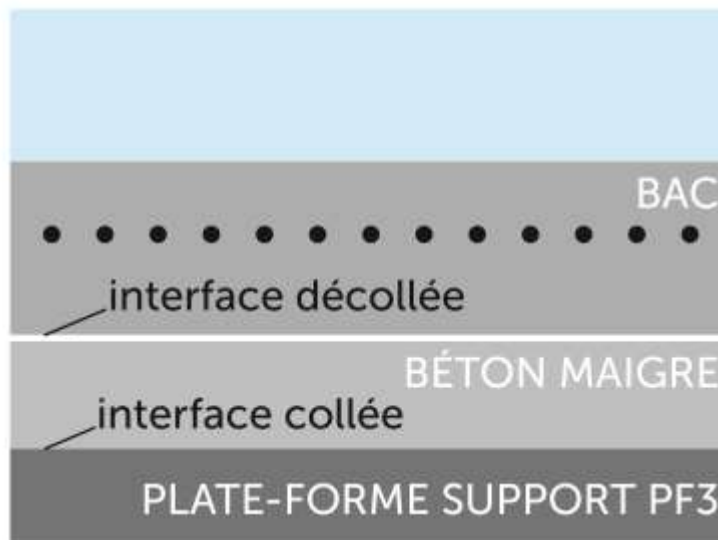


Figure 2. Structure BAC classique (BAC/ Béton maigre) avec collage entre fondation et plate-forme et décollement entre BAC et béton maigre.

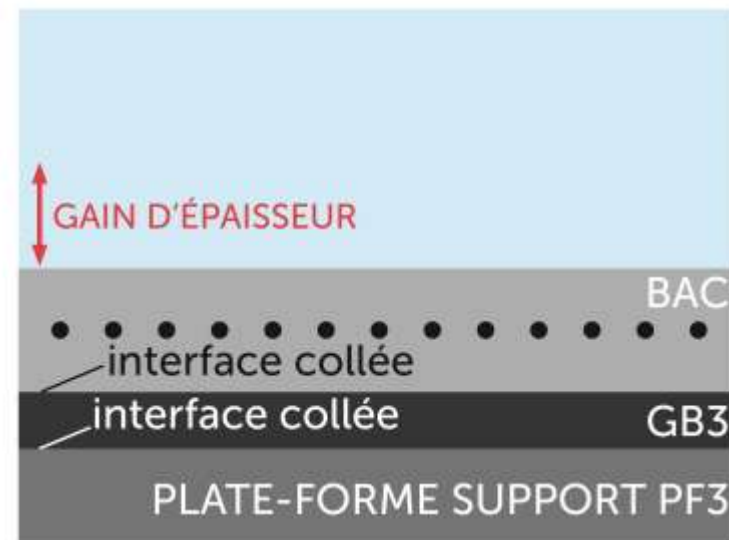


Figure 3. Structure composite BAC / GB3 illustré par un collage entre GB3 et plate-forme mais aussi un collage entre BAC et GB3.

Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en Béton Armé Continu BAC sur Grave
Bitume GB3.

Les traitements de surface.

1 Béton balayé

2 Béton désactivé

3 Béton sablé

4 Béton bouchardé

5 Béton coloré

6 Béton hydro-gommé

7 Béton poncé



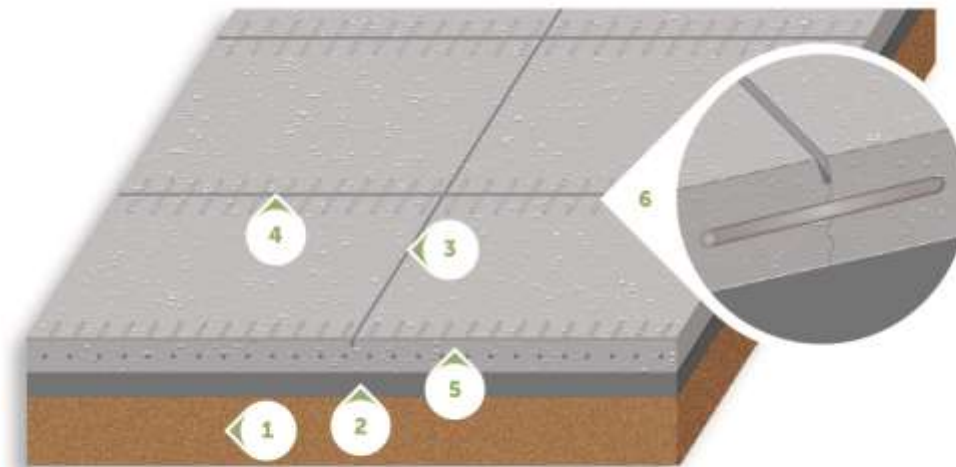
Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

Les chaussées composites en dalles Béton à joints goujonnés
sur Grave Bitume

- 1 Support
- 2 Couche de fondation
- 3 Joint longitudinal
- 4 Joint transversal
- 5 Revêtement en béton à joints goujonnés
- 6 Goujons

DALLE À JOINTS GOUJONNÉS
POUR RÉSISTER À LA CANALISATION DES CHARGES



Bilan des chaussées composites

Les chaussées béton en France. Le concept de chaussées composites

□ Les chantiers réalisés en Béton Armé Continu sur Grave Bitume

- RN 141 - Déviation des Rassats-Favrauds (La Charente); 3 km; 1998.
- RN 4 – déviation de Bebing-Imling (La Moselle); 8 km; 2001.
- CD 974/RD 331 – Commune de Maizières (Meurthe-et-Moselle); 1 km; 1999.
- RD 163 – Saint-Pierre-La-Cour (La Mayenne); 3 km; 2005.
- Voirie urbaine – plate-forme de bus – Nancy (Meurthe-et-Moselle); 2018.
- Carrefour giratoire – Commune d’Airvault (Les deux-Sèvres); 2001

□ Les chantiers réalisés en dalles béton à joints goujonnés sur Grave Bitume

- 3 Carrefours giratoires à Saint-Pierre-La-Cour (Mayenne) - 2005
- Carrefour giratoire de Nordhouse (Bas-Rhin) - 2013
- Carrefour giratoire de Billom (Puy-de-Dôme) - 2016
- Carrefour giratoire de Pérouges (Ain) - 2018

Bilan des chaussées composites

BILAN DES CHAUSSÉES COMPOSITES EN FRANCE

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

□ Pour le dimensionnement

- Le coefficient k_d de 1/1,07 est validé par les expériences des RN 141 et RN 4 après 20 ans de trafic T0+ et comportement des sections fusibles.
- Le collage à long terme est confirmé mais le dimensionnement avec Alizé conduit à des épaisseurs trop faibles. Il faut donc conserver l'hypothèse semi collé avec une épaisseur minimale de 12 cm. Ce qui conduit à rassurer le maître d'ouvrage car on augmente en fait la durée de vie théorique.



Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

❑ Qualité de la plate-forme support

Absolue nécessité d'avoir une plate forme de qualité:

- Niveau PF3, de préférence en matériaux traités au ciment,
- Réglage à + ou - 2 cm,
- Les déformations de la chaussée doivent restées faibles.



Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

□ Qualité et caractéristiques de la Grave Bitume

- **Grave bitume:** de classe 3, de granularité 0/14, d'épaisseur minimale de 8 cm.

Nota: Ne pas chercher à diminuer les épaisseurs en utilisant des GB4 ou EME.

- **Sur giratoire,** préconiser pour l'épaisseur de la Grave Bitume 10 cm nominal, réglage à + ou – 1 cm,
- **Traitement préalable de la grave bitume:** Inutile de grenailier la GB, le béton est coulé directement sur la fondation sans traitement préalable.

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

□ Qualité et caractéristiques du béton de la couche de roulement

- Béton de classe 5 de préférence, granularité 0/14 ou 0/20.

Nota: Inutile de prévoir du béton de classe BC 6 qui conduirait à des épaisseurs trop faibles.

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

- **Qualité et caractéristiques de l'armature de la couche de roulement**
 - **Utiliser des aciers « à verrous » FeE 500**, d'au moins 14 mm de diamètre, voire 16 mm, pour avoir une distance maximale de 13 cm, entre deux armatures adjacentes et un ratio acier/Béton de 0,67% au minimum.
 - Quand c'est possible, **positionner les aciers légèrement au dessus de la fibre neutre**, en laissant au moins 6 cm de béton au dessus des armatures.
 - De préférence, **utiliser des supports (distanciers) en acier** pour le positionnement des aciers longitudinaux (avec un angle de 15 ° par rapport à l'axe longitudinal), plutôt qu'une mise en œuvre avec trompettes (trop d'écart en altitude et moins bon positionnement des aciers).

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

□ Qualité et caractéristiques de la couche de surface

- La couche de surface en enrobé peut être différée (moins d'investissement à la construction). Dans ce cas, le grenailage du béton est nécessaire.
- Prévoir la couche de roulement en enrobé entre 5 et 10 ans avec enduit de scellement du béton (attention au PH de l'émulsion de préférence > à 4) et couche d'enrobé en BBTM ou BBM. Cette solution ne convient pas pour les giratoires où le béton doit rester la couche de surface.

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BAC/GB3**

□ Dispositions constructives

- Les joints de raccordement à la voirie existante et aux ouvrages d'art sont simplifiés du fait du bon collage du béton et de la GB. Prévoir un déplacement du béton de l'ordre de 2 à 3 cm.
- Attention à bien soigner les joints de fin de journée à la réalisation ; le béton retardé est une bonne technique si on la maîtrise.
- Enfin, concernant les surlargeurs, je pense qu'il faut les garder pour le moment, surtout pour les très fort trafics.

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BC5g/GB3**

- ❑ **Plate-forme support:** Bien que la PF2qs soit autorisée, il est souhaitable que la couche de forme soit au moins PF3.
- ❑ **Couche de fondation:** Grave bitume de classe 3 de préférence, d'épaisseur minimale 8 cm et 10 cm sur carrefour giratoire.
- ❑ **Couche de roulement:** Béton de classe 5, de granularité 0/14 ou 0/20, ne jamais descendre en dessous de 15 cm de béton.
- ❑ **Goujons:** Les caractéristiques des goujons sont fixées dans l'Annexe de la norme NF P 98-170.
- ❑ **Dimensionnement:**
 - **Coefficient de discontinuité** : $k_d = 1/1,37$.
 - **Interface:** Béton semi-collé sur GB3.

Bilan des chaussées composites

Bilan des chaussées composites en **BC5g/GB3**

- ❑ **Carrefour giratoire:** Il faut aussi goujonner dans l'axe longitudinal (ce qui n'a pas été fait à Saint Pierre),
- ❑ **Dispositions constructives:**
 - Les joints doivent être inclinés par rapport à l'axe et donc les paniers de goujons également.
 - Les joints doivent être scellés et colmatés selon les prescriptions de la norme NF P 98-170.

Des questions ?



Merci pour votre attention !