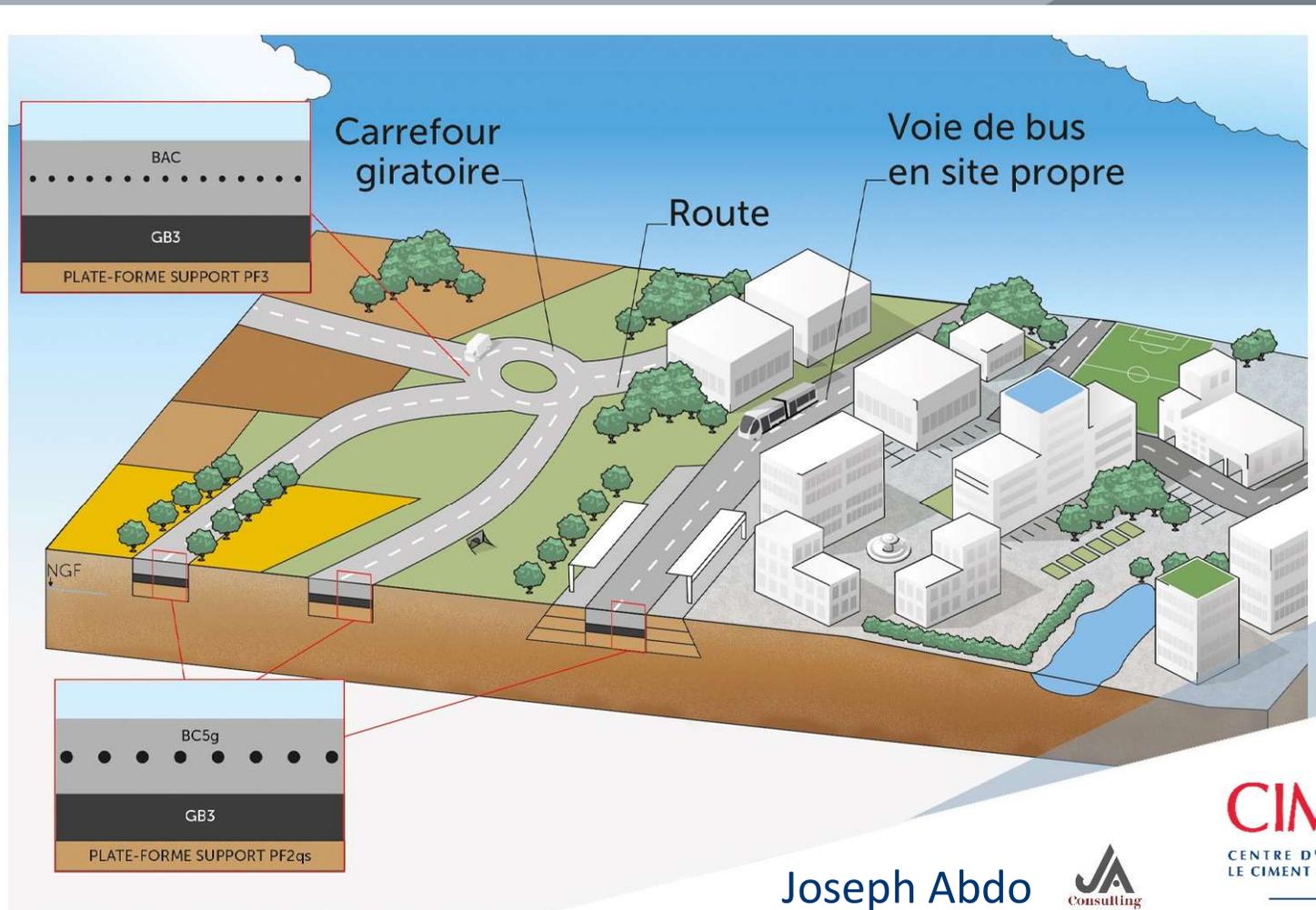


CHAUSSÉES COMPOSITES BÉTON DE CIMENT/GRAVE BITUME



Joseph Abdo



1

GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

DÉFINITION

Une **chaussée composite** est une structure constituée de deux couches :

- **Un revêtement** en Béton Armé Continu BAC ou en dalles béton non armées et à joints goujonnés BC5g,
- **Une couche de fondation** en Grave-Bitume GB3.

Elle est posée sur une **plate-forme support** de bonne qualité dont la portance est supérieure ou égale à :

- **PF3** ($120 < EV2 \leq 200$ MPa) pour une structure **BAC/GB3**,
- **PF2qs** ($80 < EV2 \leq 120$ MPa) pour une structure **BC5g/GB3**.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

LA STRUCTURE BAC/GB3

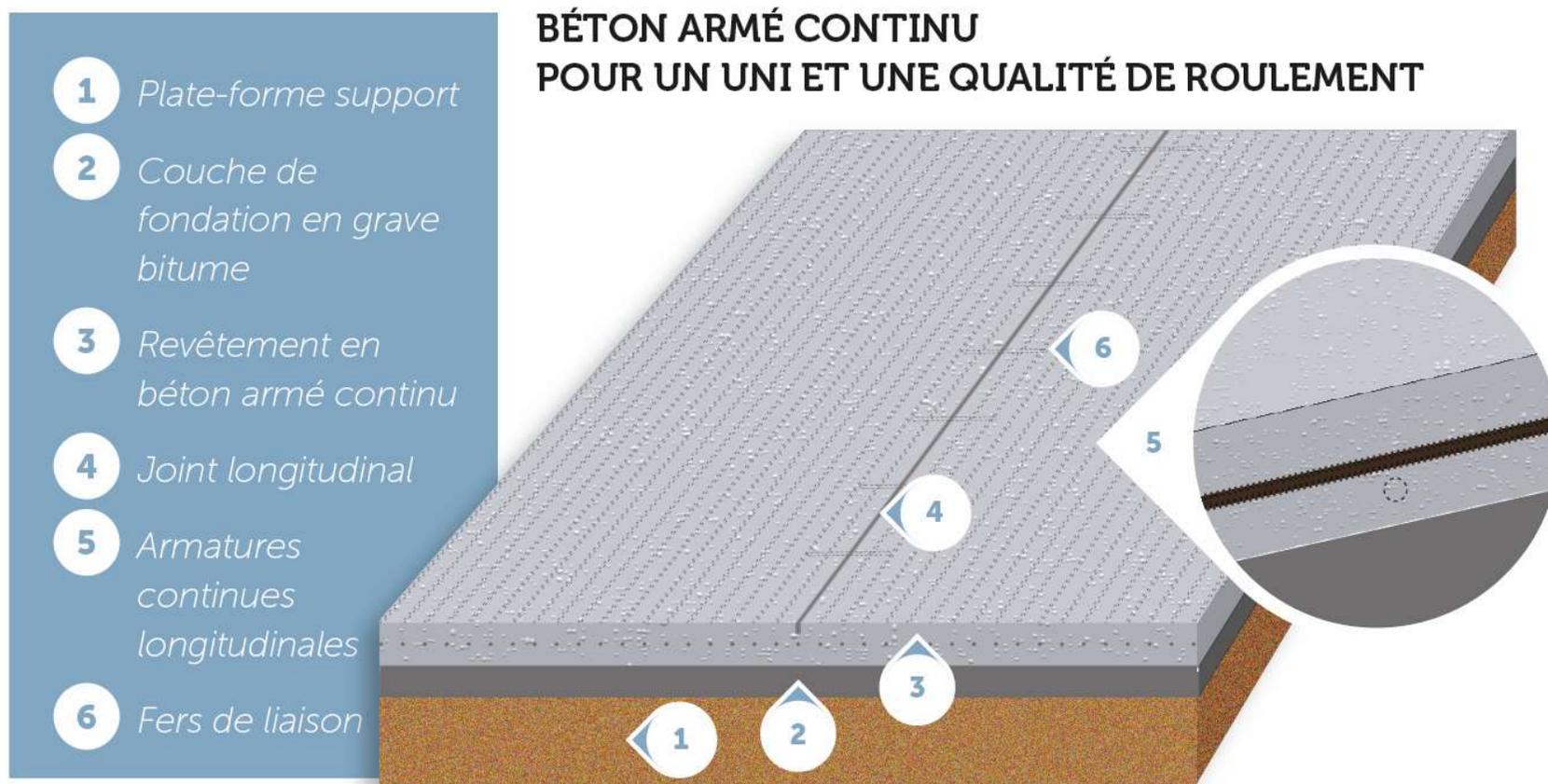


Schéma d'une structure en Béton Armé Continu BAC avec fondation en Grave Bitume GB3.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

LA STRUCTURE BC5g/GB3

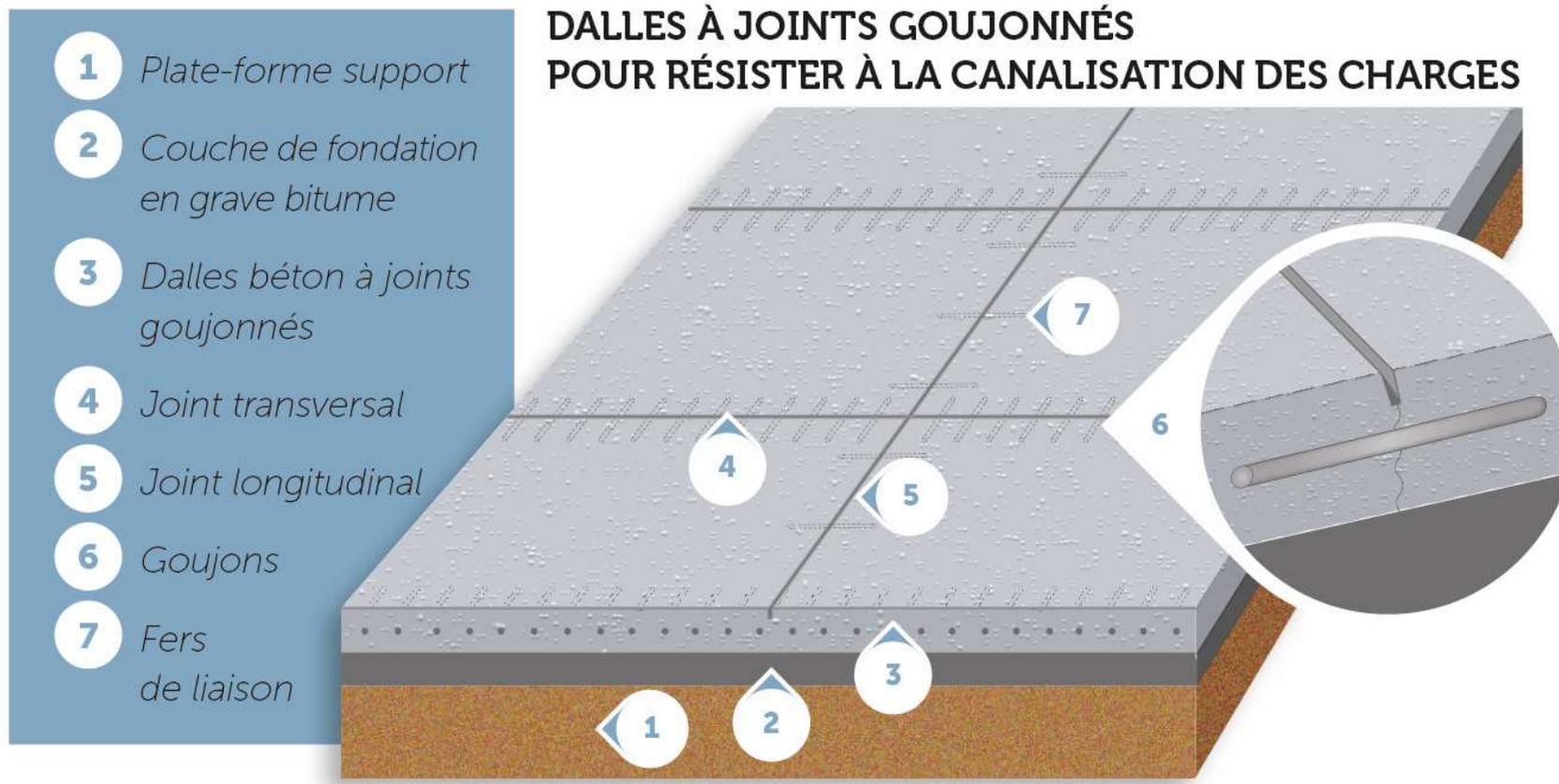


Schéma d'une structure en dalles béton non armées et à joints goujonnés avec fondation en Grave Bitume GB3.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

RÉALISATION DES CHAUSSÉES COMPOSITES



Chaussée composite BAC/GB3



Chaussée composite BC5g/GB3

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE CONCEPT

Le **concept** repose sur le principe de **l'utilisation optimale** des qualités mécaniques intrinsèques **des matériaux** et du **collage « naturel » et durable** du béton mis en œuvre sur un matériau bitumineux :

❑ Pour le revêtement en Béton

- Un **module élastique élevé** : 35 000 MPa,
- Un **module élastique Invariant** dans le temps : insensible à la **température** et à la **durée d'application** des charges.

Le béton est donc idéalement destiné à être placé en **couche supérieure de chaussée**, avec une durée de service probablement longue.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE CONCEPT

□ Pour la grave bitume

- Un **module élastique moyen** 9 000 MPa,
- Un **module viscoélastique, variant dans le temps**, en fonction de la température (23000 MPa à – 10 °C et 1000 MPa à + 40 °C) et en fonction de la durée d'application de la charge.
- Un matériau **non érodable, sans retrait** et **souple** admettant des déformations assez fortes sans rupture.

La grave-bitume est donc destinée, en premier lieu, à être placée en **couche de fondation**.

LE CONCEPT

- ❑ **Pour le collage à l'interface** entre le revêtement béton et la grave bitume :
 - Il est « **naturel** » car il est obtenu sans l'utilisation d'aucune colle ou produit chimique. L'hypothèse probable est qu'il est le résultat d'une multitude de minuscules effets « ventouse » (le béton coulé en place sur une surface propre chassant l'air à l'interface).
 - Il est **durable** à condition, d'une part, que la surface bitumineuse qui reçoit le béton soit **propre** et **rugueuse** et, d'autre part, que la couche bitumineuse soit **monolithique**, de **bonne qualité** (Module, compacité et déformabilité) et d'épaisseur suffisante.
 - La **durabilité du collage** à l'interface entre le **BAC** et la **GB3** est validée par des investigations (Relevés visuels, Essais d'ovalisation) sur des chantiers avec un recul de **22 ans (2020)**. Pour les structures en **BC5g sur GB3**, la durabilité du collage est observée sur des chantiers réalisés avec un recul de **15 ans (2020)**.

1 GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE CONCEPT



Illustration du collage entre le béton et la grave bitume après 15 ans

2

GENÈSE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

□ Evolution des structures de chaussées

Depuis leur apparition en France au **début du 20ème siècle**, la **conception des chaussées en béton a sans cesse évolué**:

- tantôt pour accompagner **l'évolution du trafic** (en nombre et en charge),
- tantôt pour prendre en compte la variabilité des **conditions climatiques** (fréquence de gel, degré de pluviométrie),
- tantôt pour intégrer des données techniques obtenues soit par **des retours d'expérience** concernant le **comportement des matériaux** ou des **structures de chaussées** in situ,
- soit par de nouvelles **connaissances des matériaux** acquises grâce aux **recherches en laboratoire**, et tantôt grâce aux nouvelles **méthodes de calcul pour le dimensionnement des chaussées**.

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

□ Evolution des structures de chaussées

Ainsi, d'une structure de chaussée constituée d'une seule couche de béton, la technique a évolué, petit à petit, pour atteindre, vers les années 1980/1990, une structure comprenant en principe deux couche :

- **Un revêtement en béton** qui peut être en dalles béton non armé et à joints non goujonnés « **BC** » dites « **Dalles californiennes** », ou en dalles béton non armé et à joints goujonnés « **BCg** » dites « **Dalles goujonnées** », ou enfin en Béton Armé Continu « **BAC** » caractérisé par l'absence des joints de retrait transversaux,
- **Une couche de fondation** en matériaux traités aux liants hydrauliques (Grave-Ciment « **GC** » ou Béton Maigre « **BM** » ou **Béton Compacté au Rouleau** « **BCR** »).

Ces structures sont accompagnées de **règles de l'art** en matière de calepinage des joints (Joints de retrait, joints de construction et joints de dilatation). Dans le cas des routes à fort trafic, elles font l'objet de **dispositions constructives strictes** (Fondation non érodable, surlargeur côté Bande d'Arrêt d'Urgence « **BAU** », drainage efficace à l'interface revêtement/fondation/BAU).

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

- Evolution de la Méthode de **dimensionnement des chaussées** en France:
 - **Avant 1960**: Méthode expérimentale,
 - **À partir de 1960**: Méthode rationnelle formalisée à partir du modèle de Burmister, proposant entre autres la vérification des contraintes et des déformations d'un massif élastique semi-infini sous une charge verticale.
 - **1971**: Standardisation des matériaux et progrès des moyens de calcul. **Premier « Catalogue des structures types de chaussées »**; Direction des Routes.
 - **1977**: Meilleures connaissances des sols, des matériaux, du fonctionnement des chaussées, des comportements in-situ, du trafic poids lourds, des méthodes de calcul. **Deuxième « Catalogue des structures-types des chaussées neuves »**.
 - **1980** : Méthode rationnelle, codifiée dans le **guide technique publié en 1994 « Conception et dimensionnement des structures de chaussée »**,
 - **1998** : **Catalogue des structures-types des chaussées neuves » SETRA/LCPC.**

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

□ Focus sur le dimensionnement des chaussées en béton

- **Les contraintes** sous chargement poids lourds, sont calculées en **milieu de dalle**, en assimilant la structure béton à une structure continue.
- **Majoration des contraintes en bord de dalle** ou près des discontinuités transversales (Fissures ou joints de retrait),
- Enfin, la notion de **collage des couches** entre elles est importante dans le dimensionnement et celles prises en compte dans le guide de 1994 sont les suivantes :
 - ✓ Interface couche de **fondation/plate-forme** considérée **collée**,
 - ✓ Interface **revêtement 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 au revêtement.

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

□ Focus sur le dimensionnement des chaussées en béton

Différents paramètres sont pris en compte dans le calcul de la contrainte admissible dans le revêtement en béton selon l'équation :

$$\sigma_t \text{ admissible} = \sigma_t (\text{NE chargements}) \cdot K_r \cdot K_d \cdot K_c \cdot k_s$$

- σ_t (NE chargements) : contrainte à la rupture en traction par fendage au nombre de chargements d'essieux équivalents de 130 kN,
- K_r : coefficient de risque ajustant la valeur de déformation admissible en fonction notamment des valeurs de dispersion sur les épaisseurs des matériaux et sur les résultats des essais de fatigue,
- K_d : coefficient prenant en compte l'effet des discontinuités des structures béton, notamment en dalles, et l'incidence des gradients thermiques.
Ces gradients peuvent conduire à des défauts d'appui du revêtement béton, sur sa fondation entraînant une majoration des sollicitations,
- K_c : coefficient de calage prenant en compte le comportement observé sur chaussée,
- K_s : Coefficient lié à la qualité de la plate-forme support. Il permet d'ajuster la valeur de la contrainte admissible en fonction des hétérogénéités de portance de la plate-forme support.

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

❑ Constat

Ces structures sont **performantes** et **durables** mais souffrent d'un **handicap économique** lié à la conception même de ces structures.

En effet, le **décollement à l'interface entre le revêtement en béton et la fondation** en matériaux traités aux liants hydrauliques, volontairement réalisé à la construction, a pour **inconvenient** de conduire, par rapport à l'hypothèse d'une interface collée, à **une majoration des contraintes horizontales** générées par le trafic à la base du revêtement, donc à des **épaisseurs à prévoir plus importantes**.

HISTORIQUE DES CHAUSSÉES BÉTON EN FRANCE

□ Voies de progrès

Pour **améliorer** les conditions de **dimensionnement des structures béton** et améliorer leur **compétitivité**, plusieurs pistes ont été recherchées :

- **Rendre possible le collage des couches d'une structure béton** pour qu'elles participent toutes au fonctionnement de la chaussée,
- **Réduire** autant que possible la valeur du **coefficient de discontinuités K_d** , coefficient majorateur dans le calcul des épaisseurs de béton.

NAISSANCE DU CONCEPT DES CHAUSSÉES COMPOSITES

Le collage entre le béton et les matériaux bitumineux a été établi, d'une façon inattendue, sur des structures BAC/support bitumineux:

- **Expérience belge des structures en BAC/enrobé** : collage observé à l'interface entre le béton armé continu (BAC) et le support en enrobé. A l'origine, il s'agissait d'avoir sous la couche BAC un support non érodable en enrobé. Les questions de collage des couches BAC sur enrobé n'étaient pas encore envisagées.
- **Expérience française des structures en BAC sur support en BBSG sur A71** : collage observé à l'interface entre le BAC et le Béton Bitumineux Semi-Grenu BBSG, alors que le matériau bitumineux était prévu pour jouer un rôle de couche non érodable sous le BAC.

Ces deux constats ont encouragé la direction des Routes et la profession du béton en France à lancer une réflexion sur des structures mixtes, constituées d'un revêtement en béton et d'une fondation en matériau bitumineux.

LE PROJET NATIONAL FABAC

- **Réflexion** menée par les services techniques du ministère des transports SETRA et LCPC, les syndicats professionnels français, CIMBETON, Centre d'information sur le ciment et ses applications et SPECBEA, syndicat des professionnels de la route en béton.
- **Mise au point** d'une structure innovante "mixte" ou encore appelée « composite », constituée d'un revêtement en BAC et d'une couche de fondation en grave bitume. La grave-bitume joue un rôle structurel du fait du collage supposé entre les deux couches.
- **Projet National FABAC** (FATigue de chaussée en BAC): des essais menés de 1995 à 2000 sur un manège de fatigue avaient montré qu'il y avait une **forte suspicion au collage durable des couches de BAC et d'enrobé**.

2 GENÈSE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE PROJET NATIONAL FABAC



Site d'expérimentation du projet FABAC



La Machine FABAC peut simuler le trafic en accéléré

2 GENÈSE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE PROJET NATIONAL FABAC



La Machine FABAC :
3 Essieux Standards en rotation qui simule
un passage chaque seconde



Les résultats de FABAC :
Tenue de la structure après plusieurs
millions de passages d'Essieux Standards

LES CHANTIERS EXPÉRIMENTAUX

Encouragée par les résultats de FABAC, la Direction des Routes et son service technique le SETRA acceptaient de réaliser des **chantiers expérimentaux**, en vraie grandeur, sur des routes nationales très circulées (plus de 1500 poids lourds par jour et par sens de circulation lors des études, aujourd'hui plus de 2000 PL/J). Le chantier de la RN 141 a été réalisé en 1998 et le chantier de la RN 4 en 2001.

Le but de ces chantiers était :

- de **montrer la faisabilité** de la technique de mise en œuvre de béton en faible épaisseur sur une couche de grave bitume,
- d'**apprécier la durée du collage** de ces deux couches,
- de **vérifier in situ les hypothèses retenues pour le coefficient Kd**, (coefficient prenant en compte l'effet des discontinuités des structures béton et l'incidence des gradients thermiques).

LES CHANTIERS EXPÉRIMENTAUX

Constat

Les essais réalisés dans le cadre du projet national FABAC (1995 – 1999) ainsi que **le bilan des chantiers expérimentaux** sur le réseau national ont permis de **confirmer que le collage d'une dalle en béton armé continu sur un support bitumineux était effectif et durable sous fatigue prolongée.**

La prise en compte dans les calculs de dimensionnement d'un collage durable à l'interface béton/grave-bitume a permis **une réduction substantielle des épaisseurs** des matériaux et donc une compétitivité accrue à la technique du Béton Armé Continu BAC.

L'OBJECTIF RECHERCHÉ

Le collage à l'interface Revêtement béton /Matériau bitumineux permet à celui-ci de participer au fonctionnement mécanique de la structure en assurant le rôle d'une couche structurelle.

Les efforts de traction par flexion induits par le trafic sont ainsi repris par l'ensemble de la structure (Revêtement béton + Fondation matériau bitumineux) au lieu du revêtement béton seul.

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, grâce au bon collage entre la grave-bitume et le béton.

3

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES COMPOSITES

LA PLATE-FORME SUPPORT

- La chaussée composite doit être conçue et réalisée sur une plateforme support de bonne qualité. En effet, l'hypothèse d'un collage à l'interface entre le Béton et la grave-bitume, conduit à reporter sur celle-ci les efforts de traction en fond de couche. 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:
 - Pour les chaussées composites en BAC sur GB3, le CEREMA a retenu une classe d'au moins PF3 soit un module EV2 supérieur à 120 MPa,
 - Pour les chaussées composites en BC5g sur GB3, il a été retenu une classe d'au moins PF2qs soit un module EV2 supérieur à 80 MPa.

LES MATÉRIAUX

- **Le béton de ciment doit être conforme :**
 - A la norme NF EN 13 877-1 « Chaussées en béton – Partie 1 : Matériaux »,
 - A la norme NF EN 206/CN « Béton - Spécification, performance, production et conformité »,
 - A la norme NF P 98 170 « Chaussées en béton de ciment – Exécution et contrôles »,
 - Aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998).
- **Le béton doit satisfaire par conséquent les deux exigences suivantes :**
 - Classe mécanique minimale BC5
 - Classe d'exposition XFi (i variant de 1 à 4 en fonction du niveau du gel et de la fréquence du salage), conformément aux stipulations de la norme Béton NF EN 206/CN.

LES MATÉRIAUX

- **La grave bitume doit être conforme :**
 - Aux exigences de la norme NF EN 13 108-1 « enrobés bitumineux »,
 - Aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998).
- **La Grave Bitume doit satisfaire par conséquent les deux conditions suivantes :**
 - Une classe mécanique minimale GB3,
 - Une compacité supérieure à 92 %.

Nota : D'autres matériaux de classes de performance différentes peuvent être utilisés :

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

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**, l'épaisseur varie entre 14 et 20 cm, selon le trafic et la nature du revêtement en béton (Béton Armé Continu BAC ou dalles non armées et à joints goujonnés BC5g).
- **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.

LES ARMATURES / ARMATURES LONGITUDINALES DU BAC

Nature

Barres d'acier adhérent, conformes à la norme NF EN 10080.
Acier de Nuance minimale Fe E 400.

Rôle

Positionnées à la fibre neutre et dans le sens longitudinal du revêtement en béton, leur rôle principal est de contrôler la fissuration de retrait du béton et transformer ce retrait en une multitude de fissures transversales fines.

Spécifications

- Norme NF EN 13877-1 : conformité à l'article 6.7,
- Norme NF P 98 170 : Le paragraphe B.3 de l'Annexe B informative fixe les conditions d'emploi (taux minimal d'armatures en fonction de la classe mécanique du béton, diamètres des armatures et leurs espacements).



LES ARMATURES / LES GOUJONS

Nature

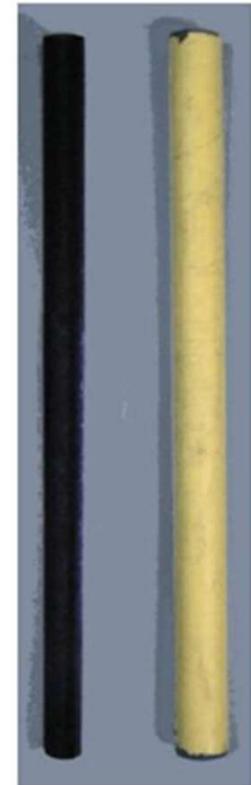
Barres en acier lisse, conformes à la norme NF EN 10080. Acier de Nuance Fe E 250 MPa. Barres plastifiées ou enduites pour faciliter le glissement du béton.

Rôle

Positionnées à la fibre neutre, à cheval sur le joint de chaussée en béton et perpendiculairement à celui-ci, afin d'assurer le transfert des charges tout en permettant la dilatation du béton.

Spécifications

- Norme NF EN 13877-3 « Chaussées en béton – Partie 3 : Spécifications relatives aux goujons »,
- Norme NF P 98 170 : le tableau B.1 de l'Annexe B fixe les conditions d'emploi des goujons (longueur, diamètre et espacement).



LES ARMATURES / LES FERS DE LIAISON

Nature

Barres d'acier adhérent, conformes à la norme NF EN 10080. Acier de Nuance minimale Fe E 400.

Rôle

Positionnées à la fibre neutre et à cheval sur le joint longitudinal de deux revêtements en béton adjacents, afin de maintenir fermé le joint et de participer efficacement au transfert des charges.

Spécifications

- Norme NF EN 13877-1: conformité à l'article 6.5. Leur longueur minimale est de 80 cm,
- Norme NF P 98 170 : le Tableau B.2 de l'Annexe B informative fixe les conditions d'emploi des fers de liaison (longueur, diamètre et espacement).



3 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES COMPOSITES

HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement des chaussées composites en BAC ou en BC5g sur GB3 est mené conformément à la méthode définie par le guide technique SETRA/LCPC de 1994, mais en y intégrant les hypothèses spécifiques aux chaussées composites, retenues par la norme NF P 98 086 « Dimensionnement des chaussées » :

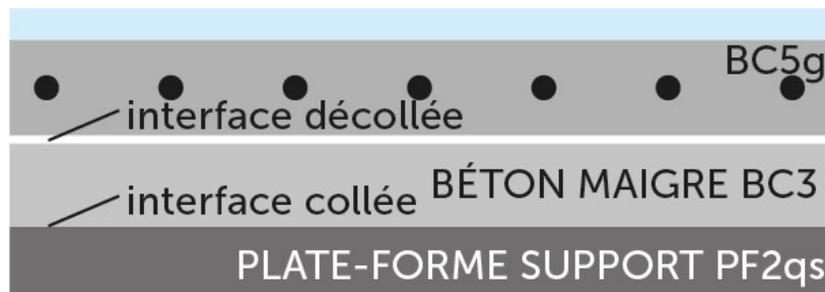
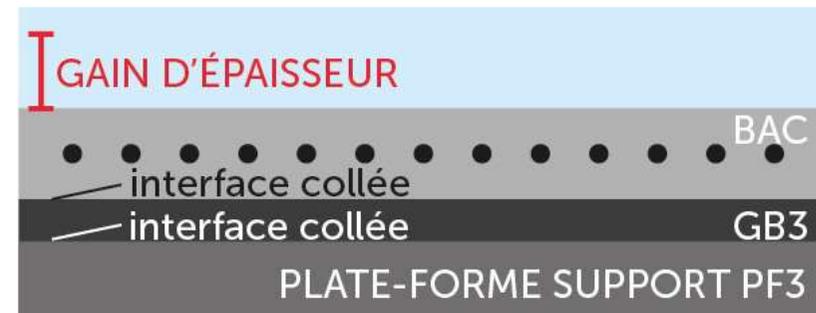
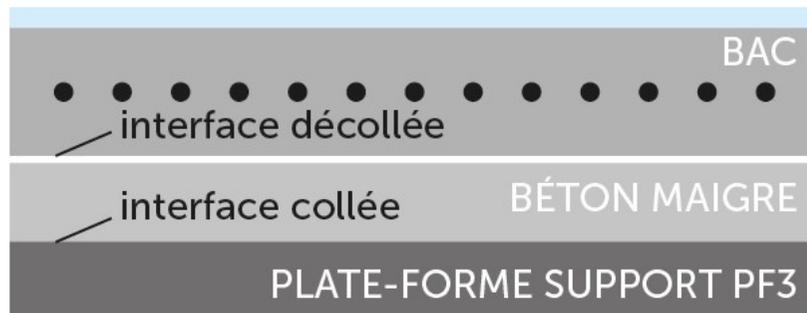
- La prise en compte d'une **interface semi-collée** entre le Revêtement en BAC ou en BC5g et la fondation en GB3 (interface collée pendant les 15 premières années et décollée au-delà),
- L'adaptation du **coefficient de discontinuité « kd »** selon le Tableau qui suit :

Coefficient de discontinuité	BAC		BC5g	
	BAC/BC3	BAC/GB3	BC5g/BC3	BC5g/GB3
kd	1/1,37	1/1,07	1/1,47	1/1,37

3 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES COMPOSITES

HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Ces deux modifications entraînent une réduction significative de l'épaisseur de la structure composite par rapport à une structure classique.



LE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES BAC

Le tableau donne les épaisseurs des structures béton classiques BAC/BC3, des structures bitumineuses et des structures composites BAC/GB3, pour différentes classes de plateforme (PF2qs ; PF3 et PF4) et différentes classes de trafic cumulé exprimé en Essieu Standard (TC3 = 1.10^6 ES ; TC5 = 5.10^6 ES ; TC7 = 15.10^6 ES).

		CLASSES TRAFIC CUMULÉ								
		TC3			TC5			TC7		
		BAC/BC3	BB/GB3	BAC/GB3	BAC/BC3	BB/GB3	BAC/GB3	BAC/BC3	BB/GB3	BAC/GB3
PORTANCE DE LA PLATE-FORME	PF2qs	14 cm  16 cm	6 cm  14 cm		18 cm  16 cm	8 cm  9 cm +9 cm		22 cm  16 cm	8 cm  13 cm +14 cm	
	PF3	13 cm  15 cm	6 cm  11 cm	13 cm  8 cm	16 cm  15 cm	8 cm  8 cm +8 cm	15 cm  8 cm	20 cm  15 cm	8 cm  12 cm +13 cm	17 cm  8 cm
	PF4	12 cm  12 cm	6 cm  8 cm	12 cm  8 cm	15 cm  12 cm	8 cm  14 cm	14 cm  8 cm	20 cm  12 cm	8 cm  11 cm +12 cm	16 cm  8 cm

LE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES EN DALLES NON ARMÉES ET À JOINTS GOUJONNÉS

Le tableau donne les épaisseurs des structures béton classiques BC5g/BC3, des structures bitumineuses et des structures composites BC5g/GB3, pour différentes classes de plate-forme (PF2qs ; PF3 et PF4) et différentes classes de trafic cumulé exprimé en Essieu Standard (TC3 = 1.10^6 ES ; TC5 = 5.10^6 ES ; TC7 = 15.10^6 ES).

		CLASSES TRAFIC CUMULÉ								
		TC3			TC5			TC7		
		BC5g/BC3	BB/GB3	BC5g/GB3	BC5g/BC3	BB/GB3	BC5g/GB3	BC5g/BC3	BB/GB3	BC5g/GB3
PORTANCE DE LA PLATE-FORME	PF2qs	15 cm 	6 cm 	16 cm 	19 cm 	8 cm 	18 cm 	23 cm 	8 cm 	20 cm 
		16 cm	14 cm	8 cm	16 cm	9 cm +9 cm	8 cm	16 cm	13 cm +14 cm	8 cm
	PF3	14 cm 	6 cm 	15 cm 	17 cm 	8 cm 	17 cm 	21 cm 	8 cm 	19 cm 
		15 cm	11 cm	8 cm	15 cm	8 cm +8 cm	8 cm	15 cm	12 cm +13 cm	8 cm
	PF4	13 cm 	6 cm 	14 cm 	17 cm 	8 cm 	16 cm 	21 cm 	8 cm 	18 cm 
		12 cm	8 cm	8 cm	12 cm	14 cm	8 cm	12 cm	11 cm +12 cm	8 cm

4

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

4 CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

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 (objets divers, poussière, huile, etc.),
- suffisamment rugueuse.



POSITIONNEMENT DES ARMATURES LONGITUDINALES ET DES FERS DE LIAISON POUR LE BAC

Les armatures doivent être positionnées à la fibre neutre du revêtement béton, parallèlement à l'axe de la chaussée (pour les armatures longitudinales) et perpendiculairement au joint longitudinal (pour les fers de liaison), en respectant les tolérances fixées au paragraphe 8.4 de la norme NF P 98 170.

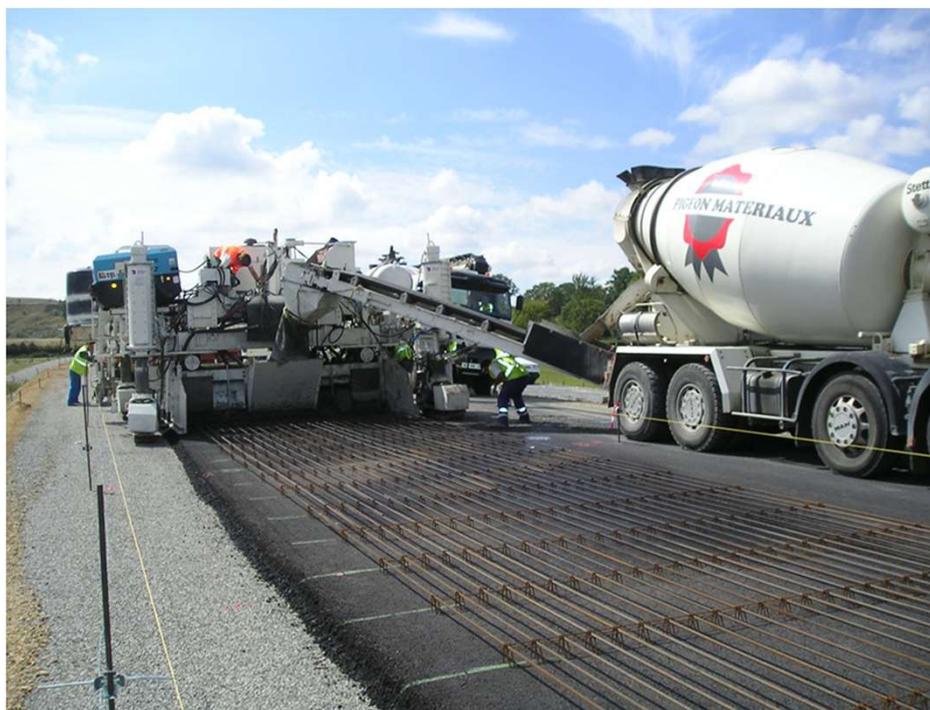
Le positionnement peut être réalisé :

- Soit manuellement en utilisant des supports « distanciers », spécialement confectionnés en atelier, acheminés, positionnés transversalement avec un espacement de 1 m, fixés solidement dans la fondation et sur lesquels les armatures longitudinales sont fixées avant le bétonnage (les distanciers assurant en même temps la fonction dévolue aux fers de liaison),
- Soit durant le bétonnage, si la mise en œuvre se fait à la machine à coffrages glissants, par positionnement automatique des armatures longitudinales dans le béton frais, à l'aide de trompettes, et par l'insertion mécanisée dans le béton frais des fers de liaison.

4

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

POSITIONNEMENT DES ARMATURES LONGITUDINALES ET DES FERS DE LIAISON POUR LE BAC



BAC – Positionnement des armatures longitudinales sur des supports ou « distanciers ».



POSITIONNEMENT DES GOUJONS ET FERS DE LIAISON

Les goujons doivent être positionnés à la fibre neutre du revêtement béton, parallèlement (et parfois perpendiculaire) à l'axe de la chaussée (pour les goujons) et perpendiculaire au joint longitudinal (pour les fers de liaison), en respectant les tolérances fixées au paragraphe 8.4 de la norme NF P 98 170. Ceci peut être réalisé :

- Soit en utilisant des supports « paniers » spécialement confectionnés en atelier, acheminés, positionnés et fixés solidement dans la fondation avant le bétonnage,
- Soit durant le bétonnage, par insertion automatique dans le béton frais si la mise en œuvre se fait à la machine à coffrages glissants.



Positionnement des goujons sur des paniers avant le bétonnage



LE BÉTONNAGE

- **Transport du béton** : par camions-toupies,
- **Livraison du béton** : directement par les camions-toupies. Pour certains chantiers dont l'accès est difficile ou dont la configuration et le phasage ne permettent pas l'accès aux camions-toupies, il peut être fait appel au **pompage du béton**,
- **Mise en place du béton** : soit à la machine à coffrages glissants (si le linéaire du chantier le justifie), soit à l'aide d'une poutre vibrante, d'une règle vibrante et/ou à l'aide d'aiguilles vibrantes,
- **Consistance du béton** : dans tous les cas, il faut adapter la formulation et la consistance du béton au mode de bétonnage.

4 CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

LE BÉTONNAGE



Mise en œuvre du béton à la poutre vibrante



Mise en œuvre du béton à l'aide d'une machine à coffrages glissants

AU NIVEAU DU CALEPINAGE DES JOINTS

Pour organiser le retrait du béton (phénomène inévitable), deux solutions existent :

- **Réaliser des joints de retrait**

Les joints ont pour but de localiser de manière précise et déterminée à l'avance la fissuration naturelle du béton. Ces joints sont réalisés transversalement avec un espacement maximal conseillé (entre 3 et 5 m en fonction de l'épaisseur du revêtement) et aussi longitudinalement si la largeur du béton est supérieure à 5 m.

- **Utiliser des armatures longitudinales**

Les armatures longitudinales ont pour rôle de contrôler la fissuration de retrait du béton. La quantité d'armatures est calculée de manière à obtenir un grand nombre de fissures transversales, espacées en moyenne d'un mètre et suffisamment fines (ouvertures inférieures à 0,5 mm), pour empêcher la pénétration de l'eau et pour garantir une bonne imbrication des granulats du béton, synonyme d'un bon transfert de charges au droit des fissures.

AU NIVEAU DU CALEPINAGE DES JOINTS

Revêtements en Béton Armé Continu BAC

Les revêtements en béton armé continu ne nécessitent pas de réaliser des joints de retrait transversaux ; seuls les joints de retrait longitudinaux sont nécessaires lorsque la largeur du revêtement est supérieure à 5 m.

En outre, à l'instar des autres structures en béton, il y a besoin de réaliser des joints de construction (Après chaque arrêt de bétonnage supérieur à 1 heure) et des joints de dilatation (A réaliser en des points particuliers).

Les joints de construction et de dilatation sont réalisés en créant dans le revêtement une discontinuité totale sur toute la hauteur du revêtement.

AU NIVEAU DU CALEPINAGE DES JOINTS

Revêtements en dalles non armées et à joints goujonnés BCg

Le revêtement béton en dalles non armées nécessite la réalisation de joints de retrait transversaux pour contrôler le retrait du béton.

En outre, à l'instar des autres structures en béton, il y a besoin de réaliser des joints de retrait longitudinaux (si la largeur du revêtement est supérieure à 5 m), des joints de construction (après chaque arrêt de bétonnage supérieur à 1 heure) et des joints de dilatation (à réaliser en des points particuliers).

Ces joints de retrait sont réalisés en créant une entaille partielle qui matérialise un plan de faiblesse selon lequel le béton en cours de durcissement est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction.

Les joints de construction et de dilatation sont réalisés en créant dans le revêtement une discontinuité totale sur toute la hauteur du revêtement.

4 CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES CHAUSSÉES COMPOSITES

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



CONCLUSION

Les structures composites se déclinent en deux différentes techniques :

- La structure composite BAC/GB3 est validée, après une vingtaine d'années de service sur des chaussées à fort trafic poids lourds.
- Les structures composites BC5g/GB3 sont utilisées depuis 15 ans sur des chantiers à moyen et fort trafics. Elles montrent également un collage pérenne du béton sur un matériau bitumineux et offre donc la possibilité de réduire les épaisseurs de béton afin de rendre ces structures compétitives.

VOUS SOUHAITEZ EN SAVOIR PLUS ?



MAIS AUSSI EN NOUS CONTACTANT :



Membres de **By BÉTON**

**Merci
de votre attention**