

Techniques d'entretien des chaussées routières

Les chaussées en béton

Christophe CHEVALIER

Directeur Technique AGILIS (groupe NGE)

Vice président SPECBEA (spécialistes de la chaussée en béton et des aménagements)

Gilles PETIT

Chef de l'unité Auscultation au Département Laboratoire d'Autun (CETE de Lyon)

Secrétaire de la commission de normalisation chaussées béton du BNTRA



GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAUSSÉES EN BÉTON



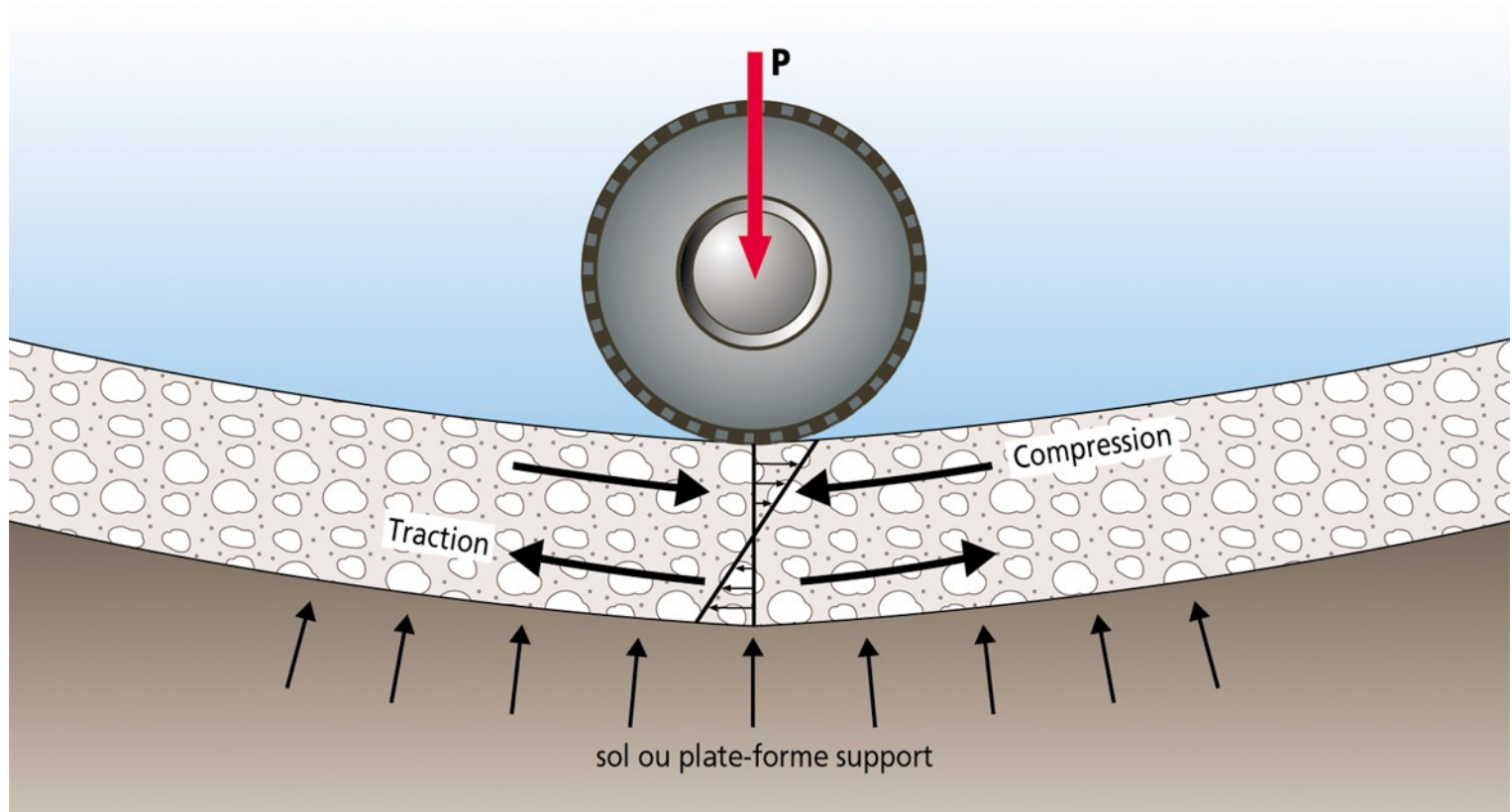
SPÉCIFICITÉS DES CHAUSSÉES EN BÉTON

LE FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE

Sous l'action d'une charge, une couche de béton induit les phénomènes suivants :

- **Répartition uniforme de la charge sur le sol support. Donc, contraintes de compression sur le sol relativement faibles**
- **Apparition de deux types de contraintes au sein de la couche béton :**
 - **une contrainte de compression en partie supérieure**
 - **une contrainte de traction en partie inférieure**

SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE



LE PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement du béton consiste essentiellement à déterminer l'épaisseur nécessaire lui permettant de subir le passage répété des charges sans se fissurer.

Il convient donc :

- **de déterminer la contrainte à la traction du béton et s'assurer qu'elle est inférieure à la contrainte admissible du matériau**
- **d'apprécier le comportement à la fatigue du béton (fonction du type de structure)**

LES JOINTS

Les joints sont de 3 types :

- **Retrait**

Joint qui permet de canaliser le retrait hydraulique et thermique du béton

- **Construction**

Joint qui sépare les dalles de bandes de béton adjacentes et joints de fin de journée (joint de reprise)

- **Dilatation**

Joint de construction qui permet une dilatation (à la jonction avec des structures différentes, au contact de points singuliers, ...)

LES DIFFÉRENTES STRUCTURES TYPES EN BÉTON

LES STRUCTURES TYPES EN BÉTON

- Les chaussées à dalles courtes non armées et non goujonnées « BC »
- Les chaussées à dalles courtes non armées et goujonnées « BCg »
- Les chaussées en béton armé continu « BAC »
- Les chaussées composites



CHAUSSÉES A DALLES COURTES NON ARMÉES ET NON GOUJONNÉES « BC5/BC2 »

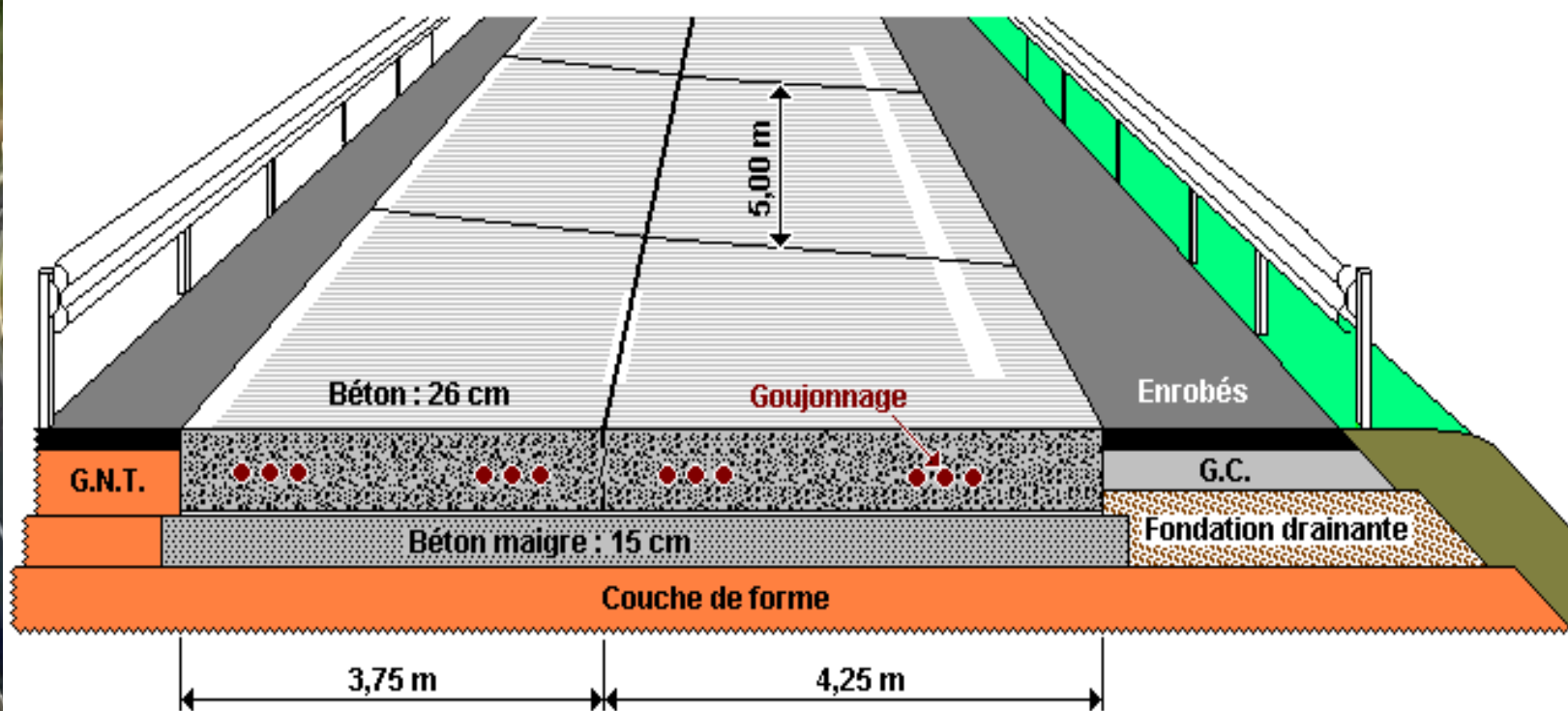
EXTRAIT DU CATALOGUE SETRA-LCPC 1998

Voies du réseau structurant (VRS)

BC5/BC2

	50 MPa	120 MPa	200 MPa						
	PF 2	PF 3	PF 4						
TC5 ₃₀	<table border="1"> <tr><td>BC5 23 cm</td></tr> <tr><td>BC2 18 cm</td></tr> </table>	BC5 23 cm	BC2 18 cm	<table border="1"> <tr><td>BC5 22 cm</td></tr> <tr><td>BC2 15 cm</td></tr> </table>	BC5 22 cm	BC2 15 cm	<table border="1"> <tr><td>BC5 21 cm</td></tr> <tr><td>BC2 12 cm</td></tr> </table>	BC5 21 cm	BC2 12 cm
BC5 23 cm									
BC2 18 cm									
BC5 22 cm									
BC2 15 cm									
BC5 21 cm									
BC2 12 cm									
6 millions PL									
TC4 ₃₀	<table border="1"> <tr><td>BC5 20 cm</td></tr> <tr><td>BC2 18 cm</td></tr> </table>	BC5 20 cm	BC2 18 cm	<table border="1"> <tr><td>BC5 20 cm</td></tr> <tr><td>BC2 15 cm</td></tr> </table>	BC5 20 cm	BC2 15 cm	<table border="1"> <tr><td>BC5 20 cm</td></tr> <tr><td>BC2 12 cm</td></tr> </table>	BC5 20 cm	BC2 12 cm
BC5 20 cm									
BC2 18 cm									
BC5 20 cm									
BC2 15 cm									
BC5 20 cm									
BC2 12 cm									
3 millions PL									

CHAUSSÉES A DALLES COURTES NON ARMÉES ET GOUJONNÉES : BC5g/BC2





CHAUSSÉES A DALLES COURTES NON ARMÉES ET GOUJONNÉES : BC5g/BC2

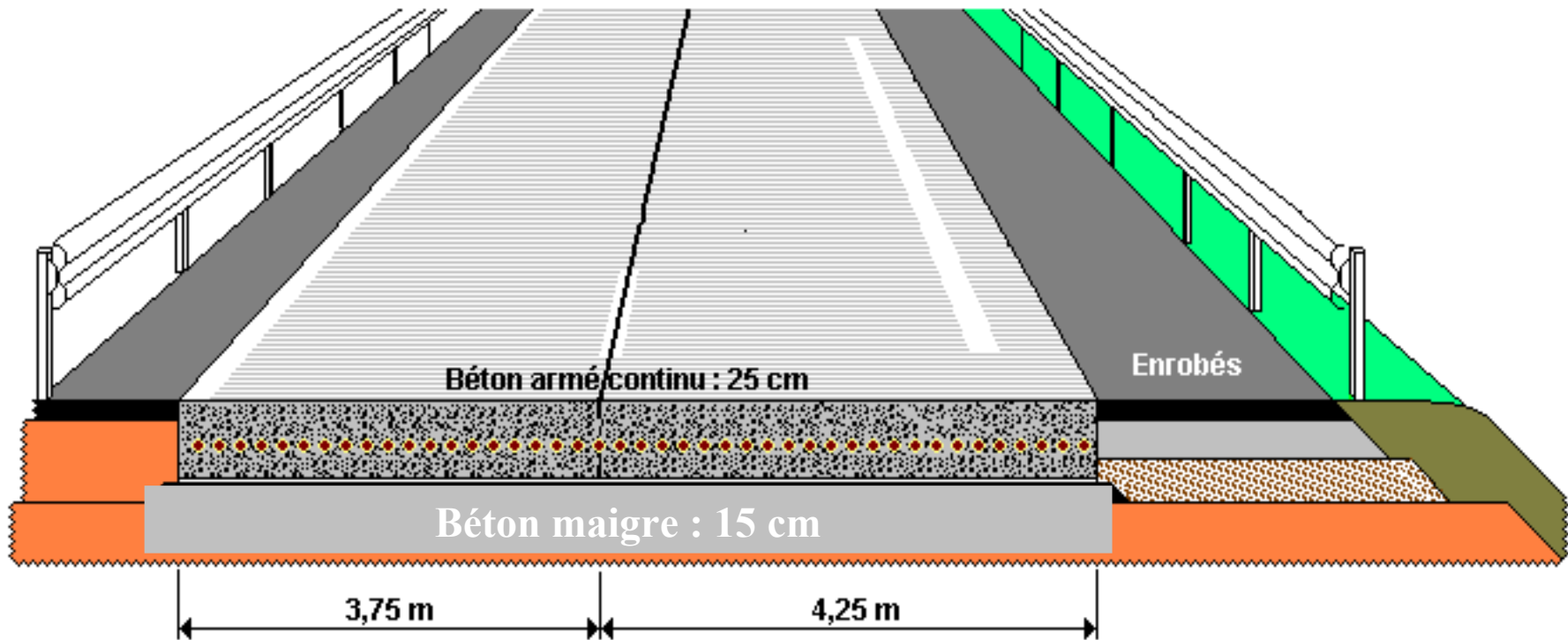
EXTRAIT DU CATALOGUE SETRA-LCPC 1998

Voies du réseau structurant (VRS)

BC5g/BC2

	50 MPa PF 2	120 MPa PF 3	200 MPa PF 4				
TC8 ³⁰ 94 millions PL		<table border="1"> <tr><td>BC5g 22 cm</td></tr> <tr><td>BC2 18 cm</td></tr> </table>	BC5g 22 cm	BC2 18 cm			
BC5g 22 cm							
BC2 18 cm							
TC7 ³⁰ 38 millions PL		<table border="1"> <tr><td>BC5g 23 cm</td></tr> <tr><td>BC2 15 cm</td></tr> </table>	BC5g 23 cm	BC2 15 cm			
BC5g 23 cm							
BC2 15 cm							
TC6 ³⁰ 14 millions PL		<table border="1"> <tr><td>BC5g 21 cm</td></tr> <tr><td>BC2 15 cm</td></tr> </table>	BC5g 21 cm	BC2 15 cm			
BC5g 21 cm							
BC2 15 cm							
TC5 ³⁰ 6 millions PL	<table border="1"> <tr><td>BC5g 19 cm</td></tr> <tr><td>BC2 18 cm</td></tr> </table>	BC5g 19 cm	BC2 18 cm	<table border="1"> <tr><td>BC5g 19 cm</td></tr> <tr><td>BC2 15 cm</td></tr> </table>	BC5g 19 cm	BC2 15 cm	
BC5g 19 cm							
BC2 18 cm							
BC5g 19 cm							
BC2 15 cm							

CHAUSSÉES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR BÉTON MAIGRE : BAC/BC2



CHAUSSÉES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR BÉTON MAIGRE: BAC/BC2

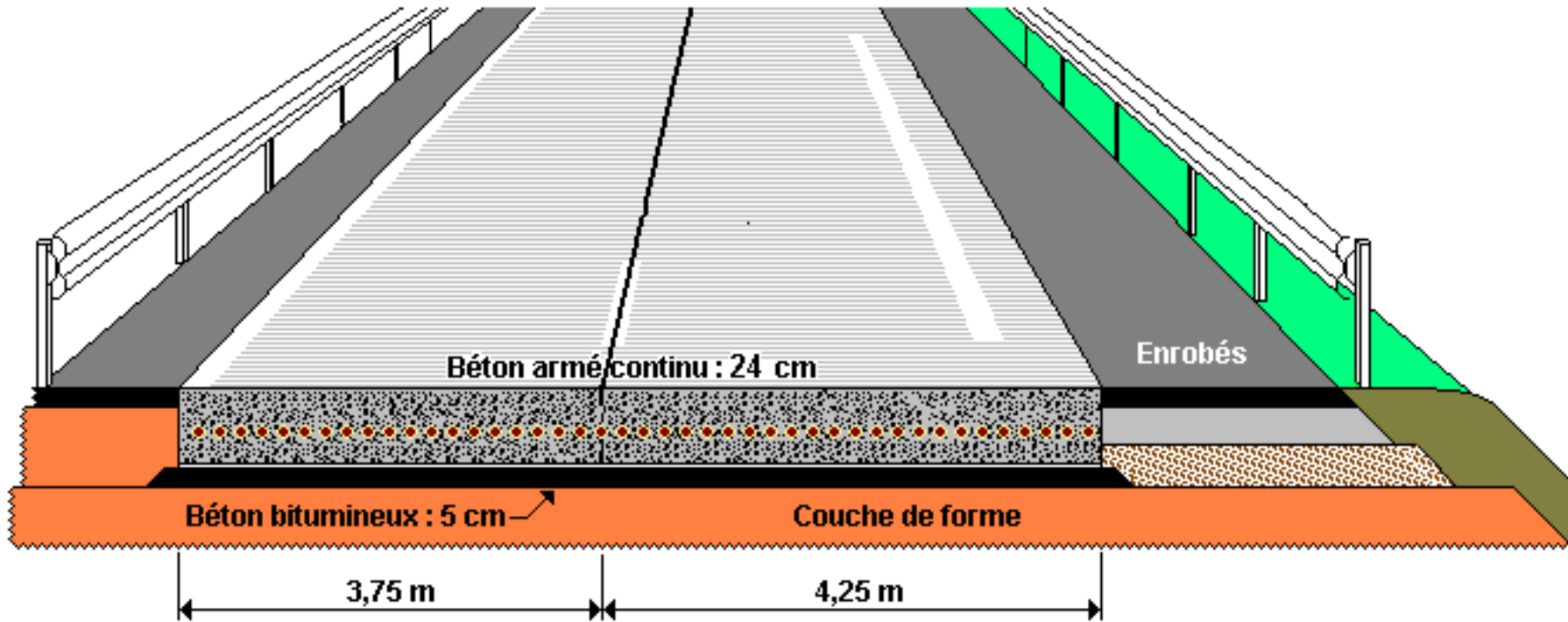
EXTRAIT DU CATALOGUE SETRA-LCPC 1998

Voies du réseau structurant (VRS)

BAC/BC2

	50 MPa	120 MPa	200 MPa
	PF 2	PF 3	PF 4
TC830 94 millions PL		BAC 20 cm BC2 18 cm	
TC730 38 millions PL		BAC 19 cm BC2 18 cm	
TC630 14 millions PL		BAC 19 cm BC2 15 cm	
TC530 6 millions PL	BAC 17 cm BC2 18 cm	BAC 17 cm BC2 15 cm	

CHAUSSÉES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR BÉTON BITUMINEUX SEMI-GRENU BAC/BBSG



CHAUSSÉES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR BÉTON BITUMINEUX SEMI-GRENU BAC/BBSG

EXTRAIT DU CATALOGUE
SETRA-LCPC 1998

Voies du réseau structurant (VRS)

	50 MPa	120 MPa	200 MPa
	PF 2	PF 3	PF 4
TC830 94 millions PL		BAC 25 cm BBSG 5 cm	BAC 23 cm BBSG 5 cm
TC730 38 millions PL		BAC 24 cm BBSG 5 cm	BAC 22 cm BBSG 5
TC630 14 millions PL		BAC 22 cm BBSG 5 cm	BAC 20 cm BBSG 5 cm
TC530 6 millions PL		BAC 20 cm BBSG 5 cm	BAC 18 cm BBSG 5 cm

LES CHAUSSÉES COMPOSITES

Les chaussées composites en Béton Armé Continu sur Grave Bitume: BAC/GB

Le BAC/GB est une technique Structurelle.

La couche du BAC (13 à 18 cm) a un double rôle :

- une couche anti-orniérante de surface
- une couche de base avec un rôle structurel prépondérant, la grave bitume assurant le complément structurel.

Cette structure a été validée par la note conclusive SETRA de mars 2011.



LES FICHES EXPERIMENTALES DRCR

FICHE DE STRUCTURE DE CHAUSSEE EXPERIMENTALE I

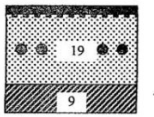
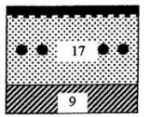
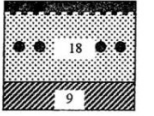
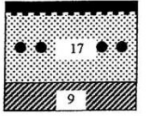
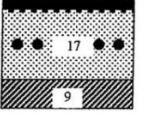
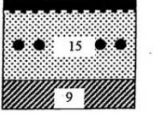
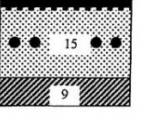
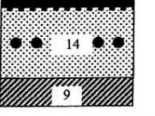
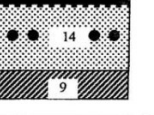
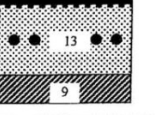
BBTM / ES^(*) / BAC^(*) / GB₃

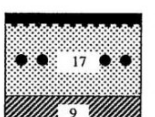
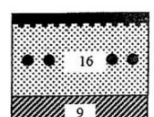
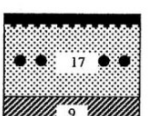
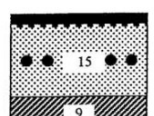
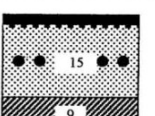
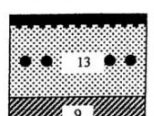
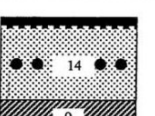
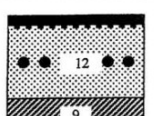
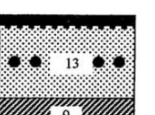
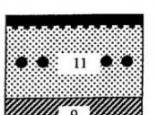
VRS
(Voie du Réseau Structurant)

FICHE DE STRUCTURE DE CHAUSSEE EXPERIMENTALE I

BBTM / ES^(*) / BAC^(*) / GB₃

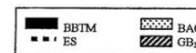
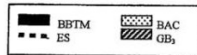
VRNS
(Voie du Réseau Non Structurant)

	120 MPa PF3	200 MPa PF4
TC8₃₀		
94 millions PL (122 millions NE)		
TC7₃₀		
38 millions PL (49 millions NE)		
TC6₃₀		
14 millions PL (18,4 millions NE)		
TC5₃₀		
6 millions PL (7,3 millions NE)		
TC4₃₀		
3 millions PL (3,6 millions NE)		

	120 MPa PF3	200 MPa PF4
TC8₂₀		
43,5 millions PL (34 millions NE)		
TC7₂₀		
17,5 millions PL (13,8 millions NE)		
TC6₂₀		
6,5 millions PL (5,2 millions NE)		
TC5₂₀		
2,5 millions PL (2 millions NE)		
TC4₂₀		
1,5 million PL (1 million NE)		

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM = 1.3

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM = 1.3



Utilisation interdite sans l'accord du SETRA

Utilisation interdite sans l'accord du SETRA

(*) Afin d'améliorer la qualité du collage, la technique du grenailage ou de l'hydrorégénération sera exécutée aux interfaces BAC / GB et ES / BAC. Pour cette dernière un délai de réalisation de 2 à 3 mois sera respecté après la mise en œuvre du BAC.

(*) Afin d'améliorer la qualité du collage, la technique du grenailage ou de l'hydrorégénération sera exécutée aux interfaces BAC / GB et ES / BAC. Pour cette dernière un délai de réalisation de 2 à 3 mois sera respecté après la mise en œuvre du BAC.



EXEMPLE DE COMBINAISON DE TECHNIQUES : DALLES GOUJONNÉES SUR EME2

(tramway sur pneus de Clermont-Ferrand)





Entretien en béton des chaussées routières

ENTRETIEN EN BÉTON DES CHAUSSÉES ROUTIÈRES

2 types d'entretien

- Entretien superficiel (d'une chaussée béton préexistante)
- Entretien structurel (sur chaussée béton ou sur une autre structure)



ENTRETIEN SUPERFICIEL DES CHAUSSÉES EN BÉTON

ENTRETIEN DES CHAUSSÉES EN BÉTON DURANT LA PÉRIODE DE SERVICE

- **Entretien des joints**
- **Réparation des fissures**
- **Réparation des épaufrures**
- **Régénération de l'adhérence de surface (PMT).**

Entretien des joints

- Entretien de conservation de l'étanchéité des joints.
 - Processus normal d'entretien d'une période de 5 à 10 ans (auscultation visuelle régulière), en fonction du trafic
 - La technique consiste à retirer l'ancien mastic, à retravailler le bord du joint par sciage, brossage et soufflage, à rétablir le chanfrein sur les bords supérieurs du joint, et à appliquer un nouveau produit d'étanchéité.



Réparations de fissures

Ce sont des fissures traversantes, sur toute l'épaisseur de la dalle et d'ouverture supérieure à 2 mm et qui représentent un risque de mise en péril de la chaussée. Elles sont souvent dues à une augmentation non prévue de trafic.

La technique consiste à élargir par sciage la fissure sur 8-10 mm de largeur et 25-35 mm de profondeur, afin de pouvoir colmater cette gorge avec un produit d'étanchéité.






Réparation d'épaufrures au niveau des joints

Les lèvres des joints peuvent se casser localement au fil du temps. Ces cassures ne traversent pas la dalle mais rejoignent le joint en biais.

La technique de réparation consiste à piquer le béton et à remplacer la partie manquante par un mortier à base de résine époxy.



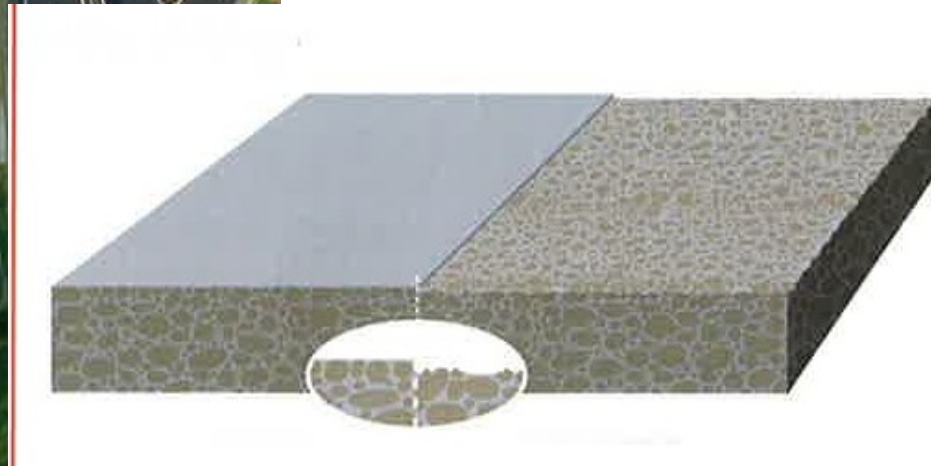
Régénération de l'adhérence de surface

- 
- Régénération de l'adhérence de surface.
Il existe plusieurs solutions en fonction de l'objectif recherché :
 - bouchardage
 - grenailage
 - hydrosablage
 - hydrogommage

LE BOUCHARDAGE

Cette technique consiste à traiter la surface du béton durci avec une surfaceuse spéciale, la boucharde, dont la surface de frappe est hérissée de dents pyramidales en pointes de diamant.

C'est un procédé de régénération d'adhérence.

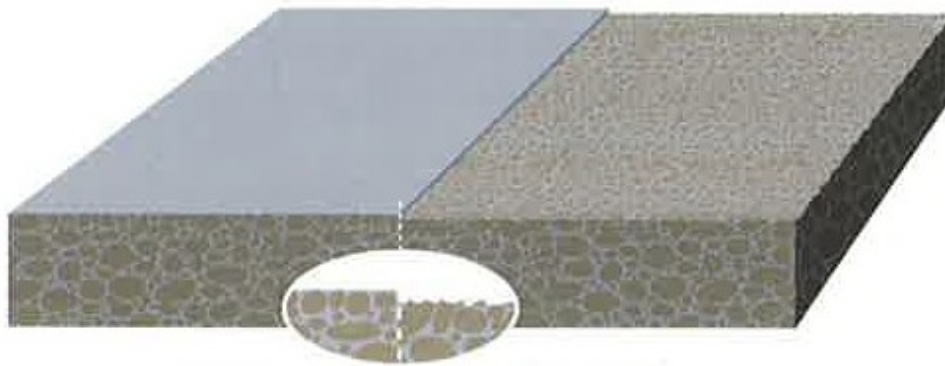


LE GRENAILLAGE

Ce procédé consiste à projeter à l'aide d'une turbine des billes d'acier, qui frappent le revêtement de la chaussée, sont récupérées après rebond par aspiration, puis nettoyées et projetées de nouveau.

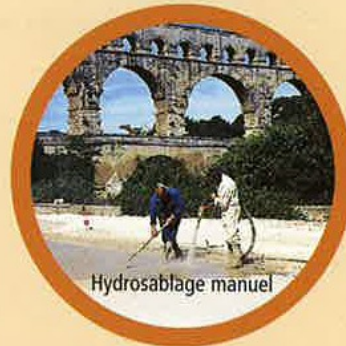
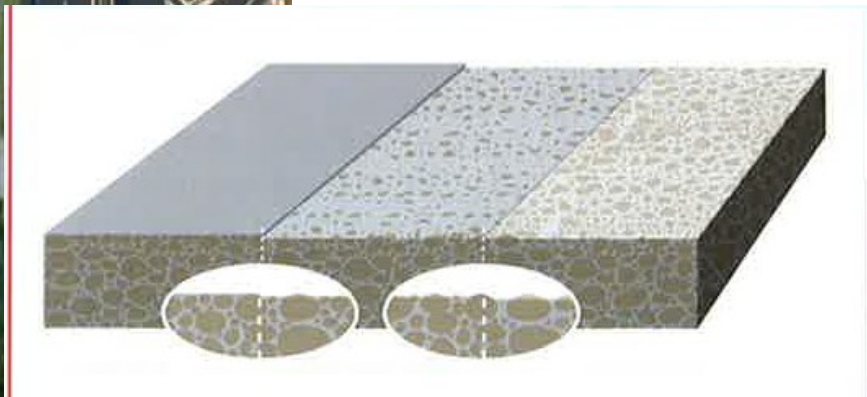
- il dégage en surface le mortier de scellement des granulats, augmentant ainsi sa macrorugosité.

- il crée sur la surface des granulats une multitude de micro-trous, qui crée une microrugosité.



L'HYDROSABLAGE

Cette technique consiste à traiter une surface bétonnée par jet d'eau haute pression chargé de sable. En régénération, il est employé pour les zones faiblement circulées



L'HYDRORÉGÉNÉRATION (HYDROGOMMAGE)

Cette technique, dérivée de l'hydrodécoupage, utilise une projection d'eau en jets très fins qui, par rotation horizontale autour d'un axe et par le déplacement de la machine, couvrent la surface du revêtement.

L'eau, ainsi puissamment projetée, percute et décape la chaussée.

L'effet de ce traitement est l'amélioration de la macrotexture par dégagement du mortier de scellement des granulats et reconstitution de la microtexture.





ENTRETIEN STRUCTUREL DES CHAUSSÉES PAR TECHNIQUES BÉTON

ENTRETIEN DES CHAUSSÉES EN BÉTON ENTRETIEN STRUCTUREL

Par

 **POST GOUJONNAGE** (pour les anciennes structures en dalles non goujonnées)

 **RENFORCEMENT** de la structure existante par une couche en béton

Deux cas :

 **Rechargement d'une chaussée en béton**

 **Rechargement d'une chaussée bitumineuse**

Renforcement par post-goujonnage

Il s'agit de restaurer le transfert de charge entre dalles.
Le post-goujonnage, réservé aux chaussées à forte sollicitation de trafic ou de charges localisées, permet d'allonger la durée de vie d'une chaussée en béton en améliorant le transfert de charge au droit des joints, et en réduisant très fortement le battement de dalles sous trafic.



Renforcement par une dalle béton (BC) d'une chaussée en béton (on considérera l'interface décollée)

Épaisseur du béton (en cm) pour une période de service de 20 ans

Classe de déflexion	Classe de trafic							
	t6	t5	t4	t3-	t3+	t2	t1	t0
C6 200-300	16	17	18	19	20	21	22	23
C5 150-200	15	16	17	18	19	20	21	22
C4 100-150	14	15	16	17	18	19	20	21
C3 75-100	13	14	15	16	17	18	19	20
C2 40-75	12	14	14	15	16	17	18	19
C1 0-50	12	12	14	14	15	16	17	18

Renforcement en béton d'une chaussée bitumineuse

Deux solutions possibles :

- on considère l'interface décollée (le dimensionnement est sécurisant, mais on risque de se pénaliser)

- interface collée
(pour une durée de service de 20 ans, on considère l'interface collée durant les 15 premières années puis décollée durant les 5 années suivantes)

Renforcement en dalle béton (BC) d'une chaussée bitumineuse interface décollée

Épaisseur du béton (en cm) pour une période de service de 20 ans

Classe de déflexion	Classe de trafic							
	t6	t5	t4	t3-	t3+	t2	t1	t0
C6 200-300	17	18,5	20	21,5	23	24,5	26	27,5
C5 150-200	16	17,5	19	20,5	22	23,5	25	26,5
C4 100-150	15	16,5	18	19,5	21	22,5	24	25,5
C3 75-100	14	15,5	17	18,5	20	21,5	23	24,5
C2 40-75	13	14,5	16	17,5	19	20,5	22	23,5
C1 0-50	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21	22,5

Renforcement en béton d'une chaussée bitumineuse interface collée

Épaisseur du béton (en cm) pour une période de service de 20 ans

Classe de déflexion	Classe de trafic								
	t2			t1			t0		
	BC	BCq	BAC	BC	BCq	BAC	BC	BCq	BAC
C6 200-300	21	18	17	22	19	18	24	21	19
C5 150-200	20	17	16	21	18	17	23	20	18
C4 100-150	19	16	15	20	17	16	22	19	17
C3 75-100	18	15	14	19	16	15	21	18	16
C2 40-75	17	14	13	18	15	14	20	17	15
C1 0-50	16	13	12	17	14	13	19	16	14



RETOUR D'EXPÉRIENCES



Localisation du chantier :

RN6 - section AUXERRE/VOUTENAY

Maitre d'œuvre/ouvrage :

DDE de l'Yonne

Type de travaux :

Renforcement d'une structure bitumineuse

Classe de trafic :

T0

Année de réalisation :

1985

Descriptif :

Renforcement de la structure bitumineuse par 22 cm de BC5 non collé (largeur 8 ml avec joint de construction central à profil sinusoïdal + fers de liaison).

Tronçon traité : 10 km

Localisation du chantier :

RN 85 – Section MOIRANS / CHAMPIER

Maitre d'œuvre/ouvrage :

DDE de l'Isère

Type de travaux :

Renforcement d'une structure bitumineuse

Classe de trafic :

T0

Année de réalisation :

1986

Descriptif :

Renforcement de la structure bitumineuse par 21 cm de BC5 non collé (largeur 8 ml).

Tronçon traité : 18 km

Localisation du chantier :

RN 3 – section Tillo et Bellay/ Auve / Orbeval

Maitre d'œuvre/ouvrage :

DDE de la Marne

Type de travaux :

Renforcement d'une structure bitumineuse

Classe de trafic :

T0

Année de réalisation :

1990

Descriptif :

Renforcement de la structure bitumineuse par 20 cm de BC5 non collé (largeur 8 ml, profil en toit, traitement de surface dénudé).

Tronçon traité : 12 km

Localisation du chantier :
RD 950 - Gien

Maitre d'œuvre/ouvrage :
DDE du Loiret

Type de travaux :
Renforcement d'une structure bitumineuse

Classe de trafic :
T3

Année de réalisation :
1976

Descriptif :
**Renforcement de la structure bitumineuse par 18 cm de BC5 non collé (largeur 7,5 ml, profil en toit).
Tronçon traité : 15 km**

Localisation du chantier :

BUSSY (carrefour giratoire)

Maitre d'œuvre/ouvrage :

Communauté d'agglomération de Chambéry

Type de travaux :

Renforcement de la structure bitumineuse

Classe de trafic :

T1

Année de réalisation :

2008

Descriptif :

Renforcement de la structure bitumineuse par 27 cm de BC5 collé (annulaire 9 ml), après rabotage d'une partie de la structure bitumineuse.

Localisation du chantier :

**Giratoire Chambéry – zone d'activités de la houille
blanche**

Maitre d'œuvre/ouvrage :

ville de Chambéry

Type de travaux :

Renforcement de la structure bitumineuse

Classe de trafic :

T5

Année de réalisation :

2002

Descriptif :

**Renforcement de la structure bitumineuse par 8 cm de
BC5 collé (annulaire 9 ml), après rabotage d'une partie de la
structure bitumineuse.**



Références

- Norme NF EN 206-1 : Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité
- Norme NF P 98-170 (révision en cours) : Chaussées en béton de ciment – Exécution et contrôle
- Guide pratique SPECBEA : Voiries urbaines et espaces publics en béton de ciment
- Chaussées en béton : Guide technique (LCPC-SETRA, mars 2000)
- Structures expérimentales béton armé continu sur grave bitume : Bilan d'étape (SETRA, mai 2007) et Note conclusive (SETRA, mars 2011)
- Documentations SNBPE
- Documentations CIMBÉTON

