

**CHAUSSÉES COMPOSITES EN BÉTON DE CIMENT**TOME **1**

Structures neuves  
en BAC collé sur GB

Guide de dimensionnement



Syndicat Professionnel  
Des Entrepreneurs de Chaussées en Béton  
Et d'Équipements Annexes



**CHAUSSÉES COMPOSITES EN BÉTON DE CIMENT**

TOME **1**

Structures neuves  
en BAC collé sur GB

Guide de dimensionnement

*Ce guide a été mis à jour par Joseph ABDO, CIMBÉTON,  
et réédité en 2009.*

*Les contributions à la version originale de l'ouvrage*

**Comité de rédaction :**

<i>Joseph ABDO</i>	CIMBÉTON
<i>Jacques AUNIS</i>	SAPRR
<i>Jean-François DUCHAILLUT</i>	CMR
<i>Daniel GROB</i>	SPECBEA
<i>Georges GUERIN</i>	consultant
<i>Alain SAINTON</i>	consultant
<i>Frédéric VELTER</i>	CIMBÉTON

**Avec le concours de :**

<i>Xavier BATUT</i>	CMR
<i>Bernard DARBOIS</i>	CIMBÉTON
<i>Patrick DUBOIS</i>	CIMENTS CALCIA
<i>Patrick GUIRAUD</i>	LAFARGE CEMENTS
<i>Jean-Marc POTIER</i>	VICAT
<i>Jean-Pascal SOUFFLET</i>	HOLCIM CEMENTS
<i>Christian TABAILLON</i>	EUROVIA BÉTON

# Avant-propos

● Les évolutions des techniques routières sont continues ; elles améliorent les performances des chaussées en les rendant plus durables et plus sûres. Aujourd'hui, des exigences supplémentaires apparaissent, en matière d'écologie. Les progrès de la technique routière doivent également contribuer à une diminution du prélèvement en matériaux naturels. Les chaussées composites, qui permettent de réduire significativement les épaisseurs des structures, vont dans ce sens.

Qu'est-ce qu'une chaussée composite ? Schématiquement, c'est un revêtement béton (éventuellement armé continu) mis en œuvre sur un matériau bitumineux et recouvert éventuellement d'un béton bitumineux très mince (BBTM). Ce mélange des techniques permet de tirer profit des qualités de durabilité du béton de ciment et de souplesse des produits bitumineux.

Ce document intègre deux nouvelles hypothèses :

- la prise en compte d'un collage à l'interface BAC/GB ;
- l'adaptation du coefficient de discontinuité «  $k_d$  » pour tenir compte du caractère continu du BAC.

Rédigé par les professionnels des chaussées en béton, il présente les dimensionnements des structures mixtes dans des cas larges de plate-forme, d'épaisseur de grave bitume, d'épaisseur de béton et de trafic. La méthode de dimensionnement utilisée est conforme à la méthode française de dimensionnement (1994) en y incorporant les deux hypothèses retenues ci-dessus.

Ce guide présente successivement l'historique des chaussées béton (chapitre 1), la technique du béton armé continu (BAC) sur grave-bitume (GB), qui est considérée aujourd'hui comme une solution optimale pour les structures neuves des routes à moyen et fort trafic (chapitre 2).

Enfin, un cas d'école destiné à familiariser le lecteur avec la méthode de dimensionnement des structures BAC/GB, est développé au chapitre 3.

---

● <b>I - Introduction</b>	<b>7</b>
<b>1 - Historique des chaussées en béton en France</b>	<b>8</b>
1.1 - Les débuts	8
1.2 - L'ère des premières grandes autoroutes de liaison	8
1.3 - Le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1977)	9
1.4 - L'apparition du béton armé continu (BAC)	10
1.5 - Les premiers indices du collage béton/bitume	11
1.6 - Le projet national FABAC (1995-1999)	11
1.7 - Le nouveau catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998)	11
<b>2 - Un nouveau concept de chaussée « composite » :         béton armé continu/grave-bitume (BAC/GB)</b>	<b>12</b>

---

● <b>2 - Les structures neuves en béton armé     continu/grave-bitume (BAC/GB)</b>	<b>13</b>
<b>1 - Introduction</b>	<b>14</b>
<b>2 - Fonctionnement mécanique de la structure-type « BAC/GB »</b>	<b>14</b>
<b>3 - Principe de dimensionnement</b>	<b>15</b>
<b>4 - Stratégie de dimensionnement</b>	<b>15</b>
<b>5 - Hypothèses de dimensionnement</b>	<b>15</b>
5.1 - Trafic	16
5.2 - Plate-forme	16
5.3 - Matériaux	16
5.4 - Épaisseurs limites des couches	16
<b>6 - Conditions de mise en œuvre des structures BBTM/BAC/GB</b>	<b>17</b>
6.1 - Conditions à l'interface BAC/GB <sub>3</sub>	17
6.2 - Conditions de mise en œuvre du BAC	17
6.3 - Couche de surface en BBTM	18
<b>7 - Fiches de structures-types neuves en BBTM/BAC/GB</b>	<b>19</b>

---

---

<b>● 3 -</b>	<b>Étude de cas</b>
<b>25</b>	
<b>1 - Introduction</b>	26
<b>2 - Le projet</b>	26
<b>3 - Évaluation du trafic cumulé « TC »</b>	26
3.1 - Trafic à la mise en service « t »	26
3.2 - Détermination du trafic cumulé « TC »	27
<b>4 - La plate-forme support de chaussée</b>	27
4.1 - Portance du sol à long terme	28
4.2 - Détermination de la classe de la plate-forme	28
<b>5 - Détermination de la structure BAC/GB</b>	28
<b>6 - Joints</b>	29
<hr/>	
<b>● GLOSSAIRE</b>	31

---

# Introduction

## **1. Historique des chaussées en béton en France**

- 1.1 - Les débuts
- 1.2 - L'ère des premières grandes autoroutes de liaison
- 1.3 - Le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1977)
- 1.4 - L'apparition du béton armé continu (BAC)
- 1.5 - Les premiers indices du collage béton/bitume
- 1.6 - Le projet national FABAC (1995-1999)
- 1.7 - Le nouveau *Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC* (1998)

## **2. Un nouveau concept de chaussée composite : béton armé continu/grave-bitume (BAC/GB)**

# 1. Historique des chaussées en béton en France

## 1.1 - Les débuts

Les premières chaussées en béton de ciment ont été construites au milieu des années vingt dans certaines rues du 14<sup>e</sup> arrondissement de Paris et sur l'aéroport du Bourget. Par la suite, et durant près de quarante ans, la majorité des chaussées d'autoroutes, des voies routières structurantes du territoire, et des pistes des grands aérodromes civils ou militaires, ont été réalisées en béton. Ce matériau était alors considéré, du fait de sa rigidité, comme le seul capable d'assurer un haut niveau de service, de façon durable, sur des voies dont le trafic devait croître rapidement en nombre et en charge.

Au fur et à mesure des expériences et constats de comportement, mais aussi grâce aux progrès des matériels de mise en œuvre, les structures des chaussées en béton ont évolué.

Les premières ne comportaient qu'une couche de béton répandue à même l'arase terrassement. C'est

ainsi que sur la première autoroute, l'autoroute de l'Ouest (A 13) entre Saint-Cloud et Rocquencourt, des dalles longues en béton ont été coulées sur une épaisseur de 25 à 30 cm, les joints étant coffrés. Par la suite, et notamment sur les pistes des aérodromes de l'OTAN, les dalles ont été coulées sur une couche de sable dite anticontaminante, d'une épaisseur comprise entre 10 et 15 cm, recouverte de papier kraft. Il s'agissait toujours de dalles longues (10 à 15 m), les joints étant moulés ou sciés et garnis.

## 1.2 - L'ère des premières grandes autoroutes de liaison

C'est à partir de 1955 que la technique dite « californienne » a été largement utilisée, d'abord pour l'autoroute du Sud (A 6) entre Paris et Fontainebleau, puis, à partir de 1961 et jusqu'en 1969, pour son prolongement vers Lyon. Sur une couche de forme non traitée et une couche de fondation en grave traitée au ciment ou au laitier, un revêtement de 25 cm d'épaisseur et de 7,50 m de large était coulé avec les premières machines à coffrages glissants (figure 1). Un joint longitudinal axial et des joints transversaux au pas moyen de 5 m étaient sciés et remplis d'un

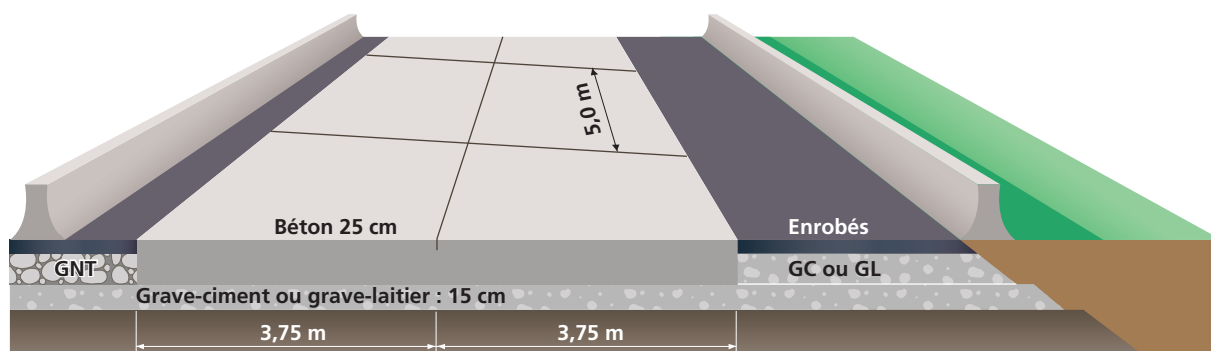


Figure 1 : exemple de profil en travers d'une chaussée béton dite « californienne ».





*Chaussée autoroutière en béton armé continu (BAC): solidité, confort et durabilité.*

produit de garnissage bitumineux. Le traitement de surface du béton frais, en vue d'obtenir l'adhérence voulue, consistait en un striage transversal.

La même technique fut utilisée pour l'autoroute du Nord (A 1), et plus tard sur l'autoroute A 9, dans le sud de la France.

Certaines des chaussées ainsi construites assurent encore un niveau de service acceptable quarante à cinquante années après leur construction. Si on évaluait le trafic cumulé qu'elles ont subi, ces chaussées devraient présenter un niveau important de dégradations en regard des calculs de dimensionnement pratiqués aujourd'hui.

L'analyse du comportement de ces structures a permis de faire évoluer la technique des chaussées en béton.

### 1.3 - Le Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1977)

Pour prendre en compte le comportement des premières structures, la conception des chaussées en béton a évolué. Dans le premier *Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1977)*, sont proposés deux types de chaussées à couche de roulement en béton dont la fondation est soit en grave-ciment, soit en béton maigre.

Un complément de 1975 à la *Directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves-ciment (1969)* précise les caractéristiques que doit présenter la fondation en grave-ciment pour que son « érodabilité » soit minimale. Le béton maigre est, quant à lui, considéré comme non érodable.

La notice d'application du catalogue précise diverses dispositions constructives telles qu'une surlargeur de la dalle de 50 à 75 cm côté voie lente, un dispositif de drainage le long de ce bord (ou une fondation de bande d'arrêt d'urgence drainante), un goujonnage des joints transversaux au-delà d'un certain niveau de trafic.

Pour éviter que les fissures transversales de retrait de la fondation en grave-ciment ou en béton maigre ne remontent au travers de la couche de roulement en béton, les deux couches doivent être désolidarisées par un traitement de surface adapté (produit de cure, enduit bitumineux sablé, feuille de plastique mince

*Revêtement en béton à joints non goujonnés: vue générale de l'atelier de mise en œuvre du béton.*



*Revêtement en béton à joints goujonnés: installation à l'avancement des « paniers » à goujons.*



type polyane, etc.). Le catalogue 1977 retient l'hypothèse d'un décollement à l'interface béton/fondation, conduisant ainsi, par rapport à l'hypothèse d'un collage, à une majoration des contraintes horizontales générées par le trafic, donc à des épaisseurs à prévoir plus importantes.



Revêtement en béton à joints goujonnés : atelier de mise en œuvre.

## 1.4 - L'apparition du béton armé continu (BAC)

Les premières couches de roulement en béton armé continu ont été réalisées en France, à partir de 1983, en renforcement des chaussées en béton type « dalles californiennes » de l'autoroute A 6. Le béton armé continu a été mis en œuvre sur l'ancien support béton recouvert quelques années auparavant par un enduit superficiel monocouche double gravillonnage.

À partir de 1988, le béton armé continu a été utilisé en construction neuve sur l'autoroute A 71, (BAC posé sur une couche non érodable en béton bitumineux semi-grenu [BBSG] – voir la figure 2), conformément à la technique préconisée par le *Manuel de conception des chaussées d'autoroutes* (SCETAU-ROUTE – 1989).



Chaussée autoroutière en béton armé continu (BAC) : atelier de mise en œuvre.

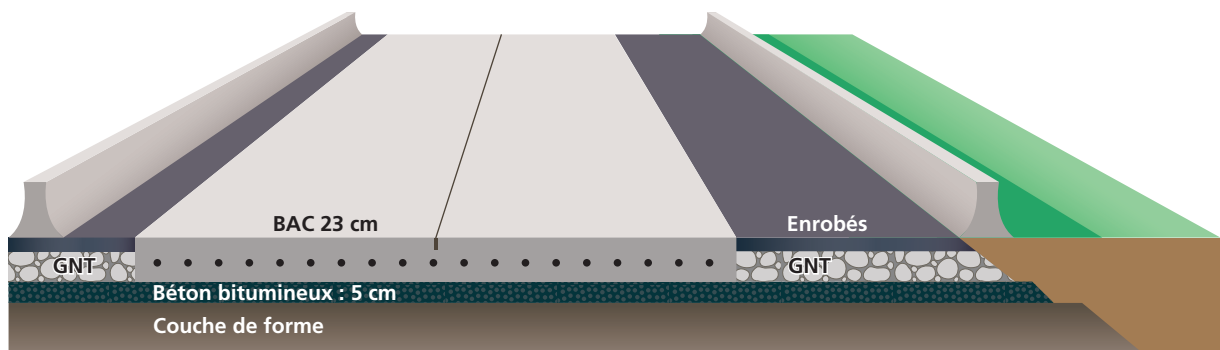


Figure 2 : exemple de profil en travers d'une chaussée en béton armé continu (BAC)

Le BAC a aussi été utilisé pour la construction neuve de routes et d'autoroutes conçues avec une couche de fondation en béton maigre, selon les préconisations du *Catalogue des structures de chaussées neuves SETRA/LCPC (1987)* et du *Manuel de conception des chaussées d'autoroutes (SCETAUROUTE – 1989)*.

Dans toutes ces applications, le BAC a été dimensionné en retenant l'hypothèse d'un décollement à l'interface béton/fondation ; il supporte à lui seul tous les efforts induits par le trafic, la fondation (béton maigre ou BBSG) se comportant comme une couche non érodable, sans aucun apport structurel.

### 1.5 - Les premiers indices du collage béton/bitume

---

Sur l'autoroute A6, des carottages de contrôle de l'épaisseur et du positionnement des armatures, réalisés en 1985, ont montré que le béton collait parfaitement aux enduits superficiels. La même constatation fut faite simultanément, lors des premières reconstructions de voie lente de l'autoroute A 6 Nord en béton armé continu (23 cm de BAC posé sur 5 cm d'enrobés bitumineux).

En 1986, ce collage fut pour la première fois partiellement pris en compte, lors du dimensionnement de la reconstruction de la voie lente du col de Bessey-en-Chaume sur l'autoroute A 6. Il s'agissait de lutter définitivement contre l'ornièrage de cette voie. Après avoir fraisé 16 cm d'enrobés, il fut mis en œuvre 16 cm de béton armé continu. Dans le dimensionnement, cette épaisseur avait été calculée en considérant un collage partiel du béton sur l'enrobé fraisé. Des carottages effectués en 1998 à la demande du SETRA ont prouvé la pertinence de cette hypothèse.

La même année, sur l'autoroute A 71, le SETRA a fait procéder à des carottages qui ont révélé que le collage à l'interface BAC/BBSG était parfait. Des essais d'ovalisation ont aussi confirmé qu'il y avait transmission totale des contraintes à l'interface ainsi collée.

Compte tenu de ces observations, il était nécessaire pour la communauté technique de valider le collage à l'interface béton/fondation bitumineuse et sa durabilité.



*Projet national FABAC : vue d'ensemble du polygone d'essai et des deux machines de fatigue à Gevrey Chambertin.*

### 1.6 - Le projet national FABAC (1995-1999)

---

Le projet national, lancé en 1995 à l'initiative des entreprises de chaussées en béton, des producteurs de ciment, des sociétés d'autoroutes et du réseau technique de l'équipement (SETRA-LCPC), a permis de confirmer que le collage d'une dalle en béton armé continu sur un support bitumineux était effectif et durable sous fatigue prolongée.

### 1.7 - Le nouveau Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998)

---

Ce nouveau catalogue intègre la structure en BAC/BBSG et adapte les structures en béton du catalogue 1977 pour prendre en compte les conclusions des essais de fatigue réalisés, entre 1989 et 1993, au manège de fatigue du LCPC de Nantes.

Toutes ces structures résultent d'un calcul de dimensionnement Alizé dans lequel le béton est toujours considéré comme décollé de son support.

## 2. Un nouveau concept de chaussée composite : béton armé continu/ grave-bitume (BAC/GB)

Dans le prolongement des expériences ci-dessus, un nouveau concept de chaussée est né, reposant sur le principe de l'utilisation optimale des qualités mécaniques intrinsèques des matériaux et du collage durable du béton coulé pervibré sur un matériau bitumineux. La nouvelle chaussée composite optimisée devient alors une structure bicouche, couche de roulement-base en béton armé continu et couche de fondation en grave-bitume, cette structure pouvant être recouverte d'une couche de roulement en béton bitumineux très mince (BBTM).



*Chaussée composite en BAC/GB : avant le bétonnage, les armatures du BAC sont positionnées, au-dessus de la grave-bitume, à mi-hauteur du revêtement béton.*

L'atout de cette structure de chaussée tient dans la présence de la couche de fondation traitée au bitume (couche non érodable), qui travaille comme une couche dimensionnante.

Le béton armé continu est un matériau de module élastique élevé (35 000 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



*Déviations des Rassats-Favrauds RN 141. Vue d'ensemble de l'atelier de mise en œuvre du BAC/GB : machine à coffrage glissant suivi d'une rampe assurant la pulvérisation du produit retardateur de prise et le déroulage de la feuille de polyéthylène.*

supérieure de chaussée, avec une durée de service probablement longue. Grâce aux armatures, il ne comporte pas de joints transversaux.

La grave-bitume est un matériau visco-élastique dont le module d'élasticité varie dans le temps et en fonction de la température (23 000 MPa à  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  et 1 000 MPa à  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). En revanche, elle admet des déformations assez fortes sans rupture. Elle est donc destinée en premier lieu à être placée en couche de fondation.

Ce concept de chaussée composite fait l'objet, depuis 1998, de deux expérimentations sous trafic réel sur le réseau national :

- RN 141 : déviation des Rassats-Favrauds (près d'Angoulême) réalisée en 1998 ;
- RN 4 : déviation de Bebing et d'Imling (près de Nancy) réalisée en 2001.

En octobre 2000, encouragée par les résultats positifs du projet FABAC et de l'expérimentation des Rassats-Favrauds, la direction des Routes a diffusé une note comprenant deux fiches de structures expérimentales basées sur ce concept, élaborées par ses services techniques de l'équipement SETRA-LCPC. Ces fiches prévoient obligatoirement de recouvrir le BAC par un complexe « enduit superficiel (ES) + béton bitumineux très mince (BBTM) ».

# Les structures neuves en béton armé continu sur grave-bitume (BAC/GB)

## 1. Introduction

## 2. Fonctionnement mécanique de la structure-type « BAC/GB »

## 3. Principe de dimensionnement

## 4. Stratégie de dimensionnement

## 5. Hypothèses de dimensionnement

- 5.1 Trafic
- 5.2 Plate-forme
- 5.3 Matériaux
- 5.4 Épaisseurs limites des couches

## 6. Conditions de mise en œuvre des structures BBTM/BAC/GB

- 6.1 Conditions à l'interface BAC/GB<sub>3</sub>
- 6.2 Conditions de mise en œuvre du BAC
- 6.3 Couche de surface en BBTM

## 7. Fiches de structures-types neuves en BBTM/BAC/GB

## 1. Introduction

Les connaissances nouvelles exposées dans le chapitre 1 conduisent à étudier des structures neuves d'une nouvelle génération. Ce guide propose des structures composites constituées de couches présentant à leur interface une adhérence par collage « naturel » :

- une couche supérieure en béton armé continu (BAC);
- une couche inférieure en grave-bitume (GB).

## 2. Fonctionnement mécanique de la structure-type « BAC/GB »

Le collage à l'interface BAC/GB permet à la couche de grave-bitume de participer au fonctionnement mécanique de la structure en assurant le rôle d'une couche dimensionnante. Les efforts de traction par flexion induits par le trafic sont ainsi répartis sur deux couches traitées au lieu d'une seule.

L'innovation de cette structure de chaussée est de profiter de la présence de la couche de fondation traitée au bitume en tant que couche non érodable, pour l'intégrer à la structure et la faire travailler comme une couche de base dimensionnante. Nous ne sommes pas en présence d'une structure rigide classique « couche en béton non collée sur une couche de fondation non érodable », mais d'une structure réellement composite dont la couche béton est collée naturellement sur la couche de fondation en matériau bitumineux. Cette dernière assure, de ce fait, le rôle d'une couche de fondation non érodable et participe à la prise en charge des contraintes de traction imposées par le trafic. Le fonctionnement de cette structure est illustré par la figure 3.

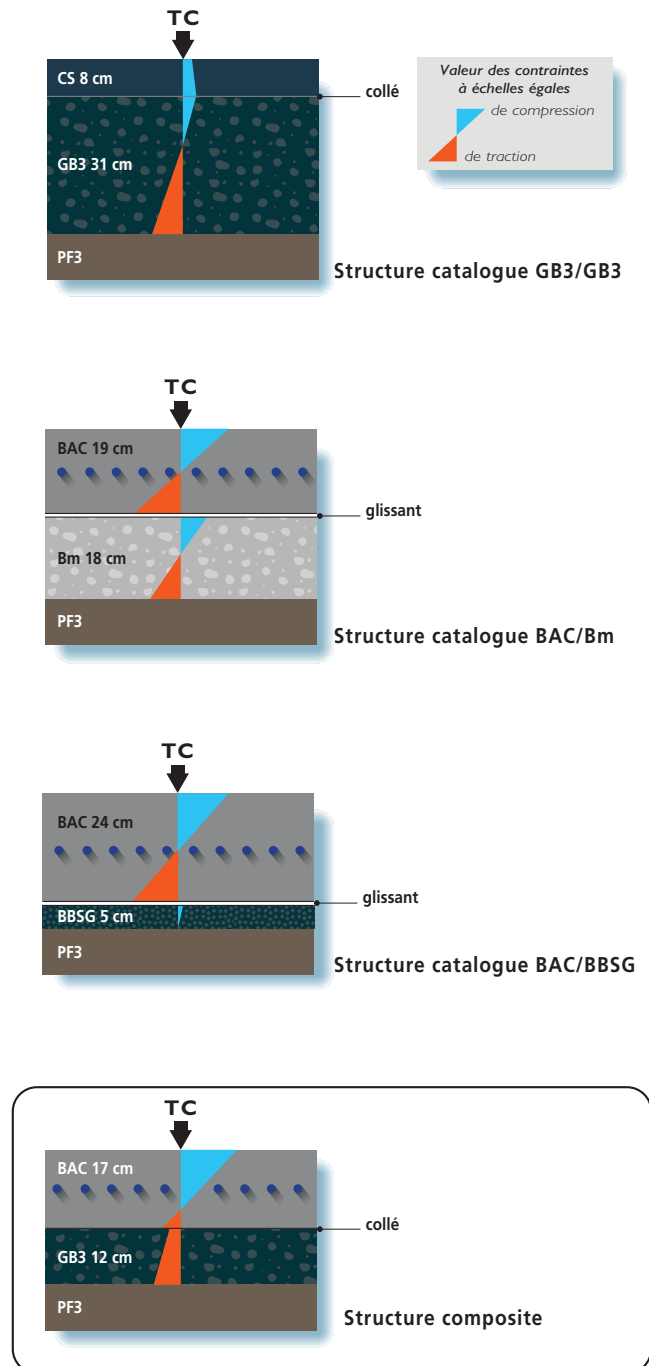


Figure 3 : diagrammes de contrainte illustrant le fonctionnement mécanique des structures-types catalogue 1998 et d'une structure composite.

### 3. Principe de dimensionnement

La méthode de dimensionnement utilisée dans le présent guide est celle qui a été appliquée pour l'établissement des fiches du catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998), en y incorporant les modifications retenues par le SETRA et le LCPC pour l'établissement des fiches de structures expérimentales BBTM/ES/BAC/GB ayant fait l'objet de la note du directeur des Routes du 3 octobre 2000.

Ces modifications sont :

- la prise en compte d'un collage à l'interface béton armé continu/grave-bitume ;
- l'adaptation du coefficient de discontinuité « kd » pour tenir compte du caractère continu apporté par les armatures du BAC.

Tous les autres paramètres ont été conservés conformément aux stipulations du *Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC* (1998), et en particulier :

- le logiciel de calcul ;
- le taux de risque ;
- les caractéristiques mécaniques des matériaux et des plates-formes ;
- les valeurs admissibles pour les contraintes et les déformations.

### 4. Stratégie de dimensionnement

Compte tenu du caractère continu apporté par les armatures du BAC, les structures proposées dans ce guide sont à caractère « évolutif », au même titre que les structures bitumineuses souples. Cela signifie qu'au terme du trafic cumulé prévu, une politique de renforcement progressif, inspirée de celle des structures bitumineuses, est applicable.

Ces structures sont donc adaptables à une situation où le trafic réel évolue plus rapidement que le trafic estimé lors de la détermination de la structure.



*Chaussée composite en BAC/GB : structure monolithique constituée d'une couche supérieure en béton armé continu et d'une couche inférieure en grave-bitume.*

## 5. Hypothèses de dimensionnement

### 5.1 - Trafic

Le trafic pris en compte est le nombre de poids lourds circulant sur la voie la plus chargée, cumulé sur la durée de service prévue lors du dimensionnement de la chaussée. La définition du poids lourd est la suivante : « véhicule de plus de 3,5 tonnes de poids total autorisé en charge (PTAC) ». Le nombre de poids lourds cumulé sur la durée de service, dénommé trafic cumulé « TC », est déterminé par :

$$TC = 365 \times t \times C$$

Avec :

**365 t** : représente le trafic poids lourds annuel à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée, **t** étant le trafic poids lourds moyen journalier annuel (MJA) à l'année de mise en service.

**C** : est le facteur de cumul qui tient compte de la durée de service « n » choisie et du taux annuel de croissance du trafic « r ». L'expression du facteur de cumul est :

- cas d'un taux constant de croissance du trafic :

$$C = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

- cas où l'on retient deux taux annuels de croissance du trafic :  $r_1$  pour les  $n_1$  premières années et  $r_2$  pour le reste de la durée de service.

Le facteur de cumul C s'écrit alors :

$$C = \frac{(1 + r_1)^{n_1} - 1}{r_1} + (1 + r_1)^{n_1} \frac{(1 + r_2)^{n-n_1} - 1}{r_2}$$

Le trafic cumulé TC peut être converti en nombre d'essieux équivalents, noté NE, qui se calcule par la formule suivante :

$$NE = TC \times CAM$$

CAM est un coefficient d'agressivité structurel moyen qui dépend de la nature de la voie et du type de structure. Les valeurs des coefficients retenus pour les structures de ce guide figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : coefficient d'agressivité structurel moyen (CAM)

Types de structure	Catégories de voies	
	Autoroutes et voies express	Autres routes
Bitumineuses épaisses	0,80	0,50
Mixtes	1,20	0,75
Semi-rigides et béton	1,30	0,80

## 5.2 - Plate-forme

Les classes de plate-forme retenues sont PF2, PF3 et PF4 telles qu'elles sont définies dans le tableau 2, conformément au catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998).

Tableau 2 : classes de plate-forme retenues

Classe de plate-forme	Module de déformalité en MPa (plaque ou dynaplaque)
PF 2	50-120
PF 3	120-200
PF 4	> 200

## 5.3 - 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, NF EN 206-1 et son annexe nationale. Le béton est de classe 5, conformément à la norme NF P 98-170 et aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998) ;
- la grave-bitume est 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 béton du BAC ;  
 – EME, GB4 pour les matériaux bitumineux.

## 5.4 - Épaisseurs limites des couches

- **Pour le BAC**, l'épaisseur minimale retenue est de 12 cm. Le minimum technologique de mise en œuvre permettant le positionnement correct des armatures est actuellement de 10 cm.
- **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.



## 6. Conditions de mise en œuvre des structures BBTM/BAC/GB

### 6.1 - Conditions à l'interface BAC/GB<sub>3</sub>

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

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

Un traitement de la surface de la grave-bitume par hydrorégénération, par grenailage ou par fraisage léger à vitesse lente, permet d'améliorer les conditions de collage entre les deux couches.

### 6.2 - Conditions de mise en œuvre du BAC

La réalisation d'un revêtement en BAC dans de bonnes conditions et son bon fonctionnement nécessitent de respecter les règles de l'art suivantes :

#### ■ 6.2.1 - La surlargeur non circulée

Le revêtement en BAC est bordé d'une partie non circulée, la « surlargeur », 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 surlargeur côté BAU est de :

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

La surlargeur côté BDG est de 25 cm.

#### ■ 6.2.2 - Position des joints longitudinaux

Le béton armé continu ne comporte pas de joints transversaux, mais nécessite la réalisation de joints longitudinaux. Ces derniers sont disposés généralement



*Chaussée autoroutière en béton : surlargeurs non circulées bordant le revêtement côté BAU (à gauche) et côté BDG (à droite).*

en limite de voie de circulation. On veillera à ce que les bandes de peinture de la signalisation horizontale ne chevauchent pas ces joints, ainsi qu'à les éloigner du passage des essieux lourds en voie lente.

#### ■ 6.2.3 - Caractéristiques du BAC

Le béton armé continu doit répondre aux exigences du fascicule 28 du CCTG, du guide technique « chaussées béton » du SETRA-LCPC (1997) et de la norme NF P 98-170.

#### ■ 6.2.4 - 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 BAC est de 12 cm.

### 6.3 - Couche de surface en BBTM

Toutes les structures présentées dans ce guide comportent une couche de surface constituée d'un BBTM 0/6 ou 0/10, appliquée à la surface du BAC à l'aide d'une couche d'accrochage améliorée. Le BBTM doit être conforme à la norme NF EN 13 108-2.

Les raisons qui ont guidé ce choix 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.

En revanche, les granulats calcaires étant polissables par le trafic, leur emploi dans le béton n'aurait pas été possible en l'absence de la couche de surface en BBTM.



Atelier de grenailage : nettoie et régénère la rugosité d'un revêtement béton.

Pour garantir une bonne tenue de la couche de surface en BBTM, il est recommandé de suivre la procédure suivante :

- vérification de l'état de surface du BAC, pour s'assurer de :
    - l'absence de salissures ou d'huiles provenant du trafic,
    - l'absence de résidus du produit de cure utilisé initialement pour la protection du béton,
    - l'absence de plaque de laitance fragile.
- Si ces exigences ne sont pas satisfaites, un traitement préalable doit être réalisé, soit par hydrorégénération, soit par grenailage ou traitement similaire ;
- application d'une couche d'accrochage améliorée ;
  - application d'un BBTM 0/6 ou 0/10 comportant des granulats non polissables.

## 7. Fiches de structures-types neuves en BBTM/BAC/GB

Pour un couple « plate-forme/trafic cumulé » donné, une ou plusieurs solutions BAC/GB sont proposées, en faisant varier soit l'épaisseur de la grave-bitume (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 cm), soit l'épaisseur du BAC (12 cm minimum). Cette façon de faire permet à chaque concepteur de choisir une solution en tenant compte des données économiques locales. Il pourra ainsi privilégier, soit une couche de fondation en grave-bitume plutôt épaisse et une couche en BAC plutôt mince, soit une solution avec une fondation en grave-bitume plutôt mince et une couche en BAC plutôt épaisse.

Compte tenu de la multitude des solutions possibles et d'une volonté de clarté dans la présentation, le dimensionnement fait l'objet de deux séries de fiches (une série de deux fiches pour les autoroutes et voies express, une autre de trois fiches pour les autres



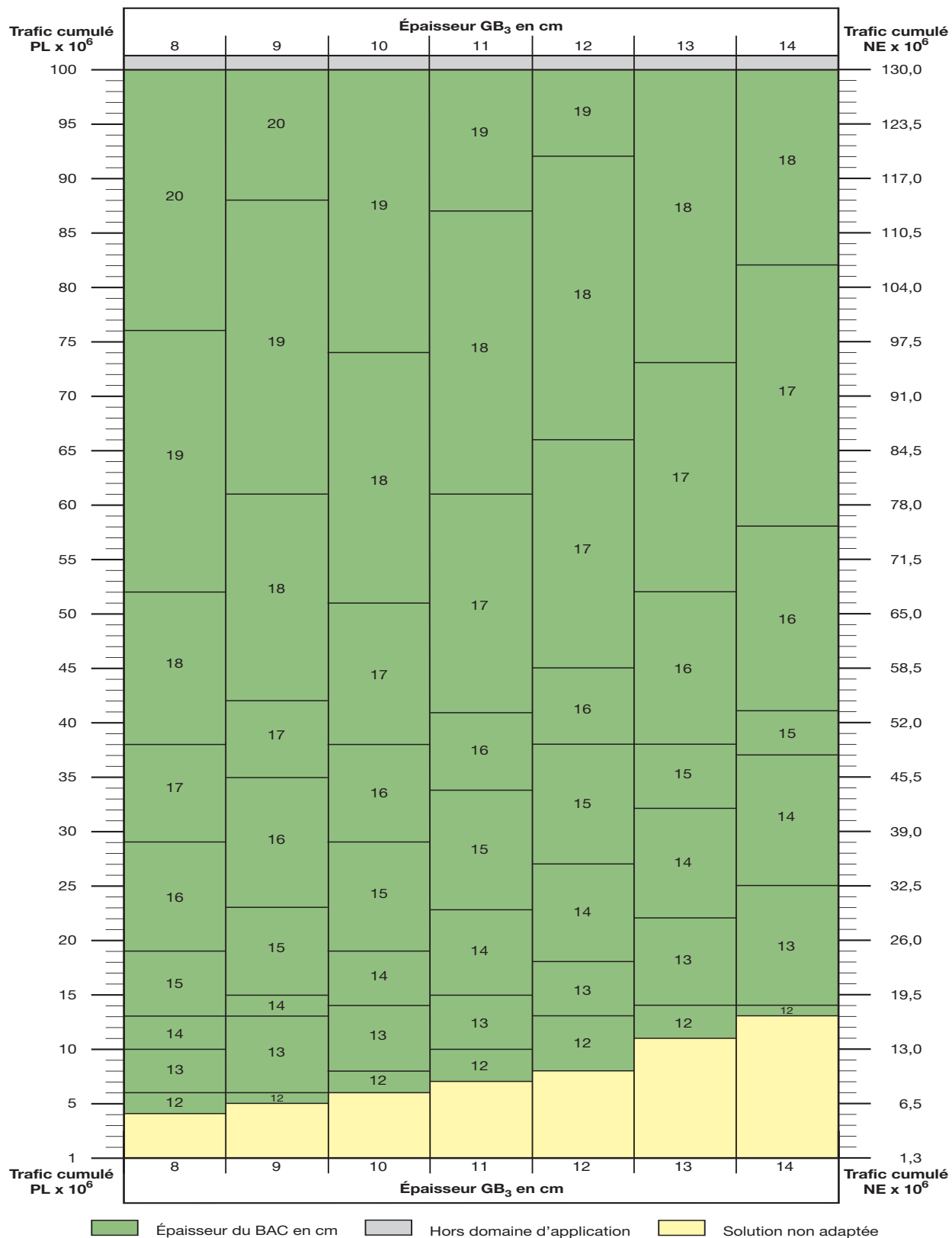
*Chaussée composite  
en BAC/GB: atelier de  
mise en œuvre.*

routes). Dans chaque série, chaque fiche correspond à une classe de plate-forme donnée « PFi » et est présentée sous la forme d'un diagramme (trafic cumulé de poids lourds et nombre d'essieux équivalent en ordonnée, épaisseur de la couche GB en abscisse), qui permet en pointant le trafic cumulé (cf. paragraphe 5.1.) de lire horizontalement toutes les solutions possibles du dimensionnement du BAC (l'épaisseur nominale en centimètres au bord droit « rive » de la voie la plus chargée figurant dans les cases colorées en vert). Les solutions hors domaine d'application sont représentées par des cases grises et les solutions possibles mais inadaptées dans la partie colorée en jaune.

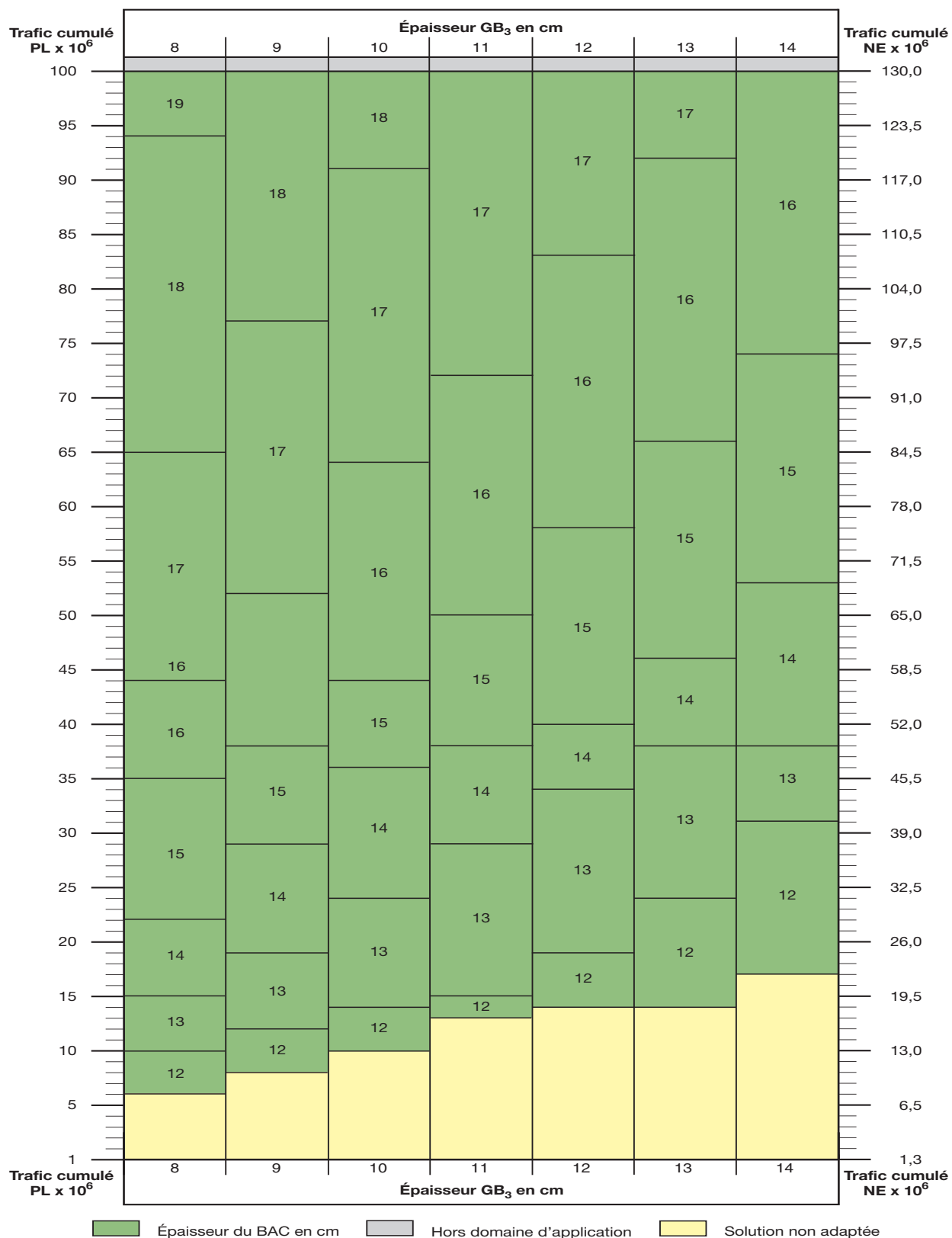
L'ensemble des solutions BBTM/BAC/GB est présenté dans les figures 4, 5, 6, 7, 8 :

- Figure 4 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF3 ;
- Figure 5 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF4 ;
- Figure 6 : routes sur plate-forme PF2 ;
- Figure 7 : routes sur plate-forme PF3 ;
- Figure 8 : routes sur plate-forme PF4.

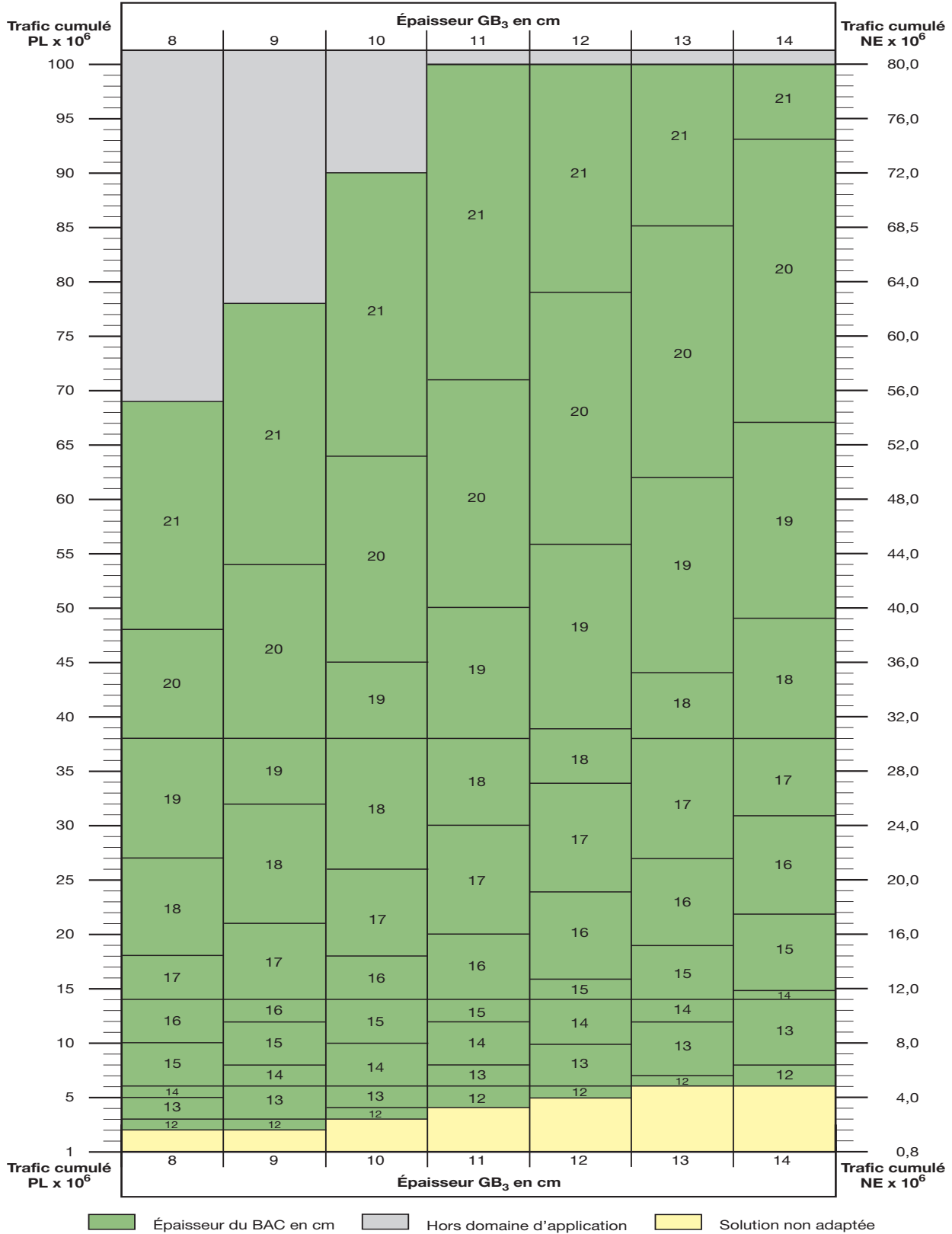
**Figure 4 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF3**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



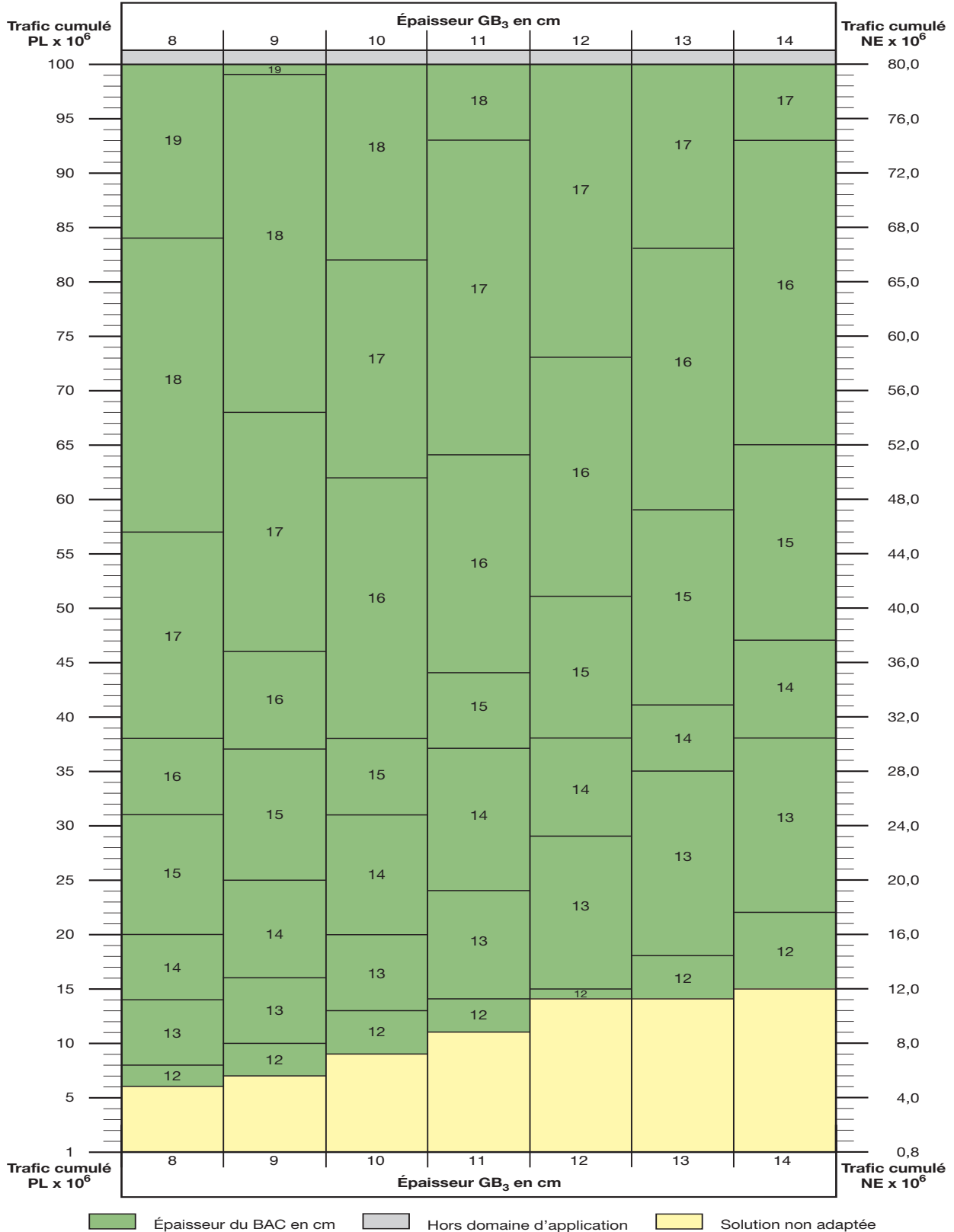
**Figure 5 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF4**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



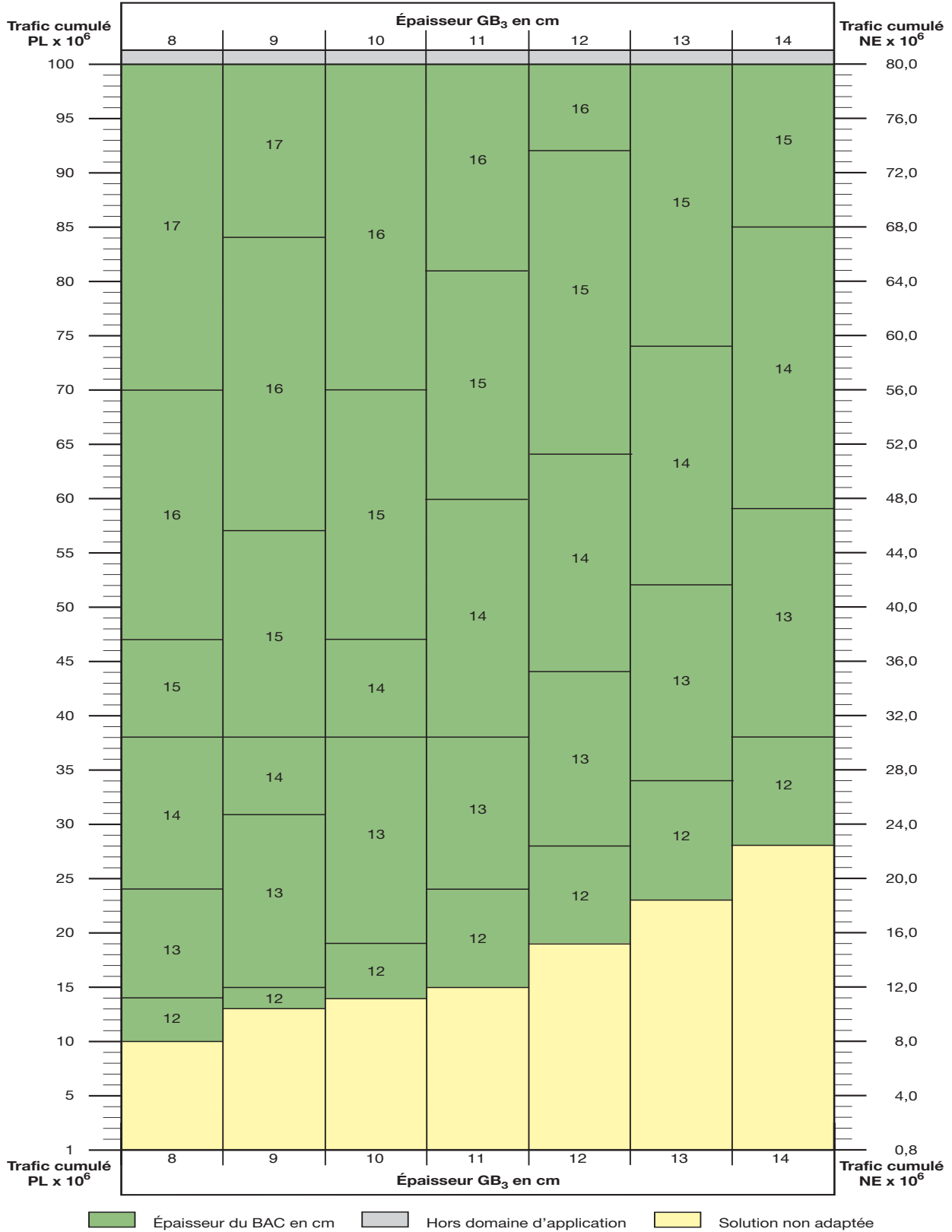
**Figure 6 : routes sur plate-forme PF2**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



**Figure 7 : routes sur plate-forme PF3**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



**Figure 8 : routes sur plate-forme PF4**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**





# Étude de cas :

exemple de dimensionnement  
d'une structure en BBTM/BAC/GB

## 1. Introduction

## 2. Le projet

## 3. Évaluation du trafic cumulé « TC »

3.1 - Trafic à la mise en service « t »

3.2 - Détermination du trafic cumulé « TC »

## 4. La plate-forme support de chaussée

4.1 - Portance du sol à long terme

4.2 - Détermination de la classe de la plate-forme

## 5. Détermination de la structure BAC/GB

## 6. Joints

## 1. Introduction

Ce chapitre est destiné à familiariser le lecteur avec l'utilisation de la méthode de dimensionnement des structures collées en BBTM/BAC/GB exposée au chapitre 2 du présent guide.

Dans ce qui suit, il sera donc présenté un projet fictif, mais aussi réaliste que possible, qui constitue ainsi un cas d'école. Ce projet est rédigé avec le souci d'être le plus complet possible et d'illustrer les cas extrêmes quant aux choix à opérer sur les différents paramètres d'entrée.

## 2. Le projet

Une commune rurale, d'environ 7 000 habitants, dispose sur son territoire d'une carrière produisant annuellement deux millions de tonnes de granulats. Le développement constant de cette activité contribue certes au dynamisme de l'économie locale, mais il entraîne aussi une importante circulation de poids lourds sur la route départementale traversant la commune. Ce qui génère une nuisance sonore jugée insupportable par les riverains. La création d'une nouvelle route de 5 km de longueur et de 7,50 m de largeur, pour détourner le trafic poids lourds vers une voie express existante, s'imposait donc.

Regroupant cinq communes, le district urbain finance ces travaux avec l'aide du Conseil général, de l'État et de l'Union européenne.

On se propose donc, en suivant la démarche indiquée au chapitre 2 du présent guide, de définir la structure BBTM/BAC/GB de la chaussée à construire.

## 3. Évaluation du trafic cumulé « TC »

On recherche d'abord le trafic à la mise en service « t », puis le trafic cumulé « TC ».

### 3.1 - Trafic à la mise en service « t »

Les comptages réalisés sur la route départementale traversant la commune donnent une estimation du nombre de poids lourds d'un poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 t qui vont circuler sur la future déviation. Ces comptages ont été effectués durant le mois de mars pendant quinze jours consécutifs, sur un sens de circulation, et il a été obtenu un chiffre de 550 poids lourds par jour et par sens.

#### ■ 3.1.1 - Trafic moyen journalier annuel (MJA) à la mise en service

Il s'agit d'apporter ici les corrections au trafic obtenu par comptage. On estime que pendant les mois de décembre, janvier et février, le trafic lourd généré par la carrière diminue de 25 % par rapport à celui de mars pris pour référence. Par ailleurs, le transport lié à l'activité agricole, qui se concentre sur les mois d'octobre et novembre, engendre durant cette période un trafic poids lourds trois fois supérieur à celui du mois de mars. Le trafic moyen journalier annuel (MJA) de l'année de comptage est alors :

$$MJA = 550 \text{ PL} \times \frac{30 \text{ j}}{365 \text{ j}} \left( 7 \text{ mois} \times 1 + 2 \text{ mois} \times 3 + 3 \text{ mois} \times 0,75 \right)$$

$$MJA = 689,38 \text{ PL} \text{ soit } 690 \text{ PL/j/sens}$$

D'où

MJA : 690 PL/j/sens
---------------------

On prévoit que la mise en service de la route aura lieu au printemps de l'année suivant celle du comptage. On estime, d'autre part, que la croissance du trafic liée à l'activité de la carrière et à l'activité agricole est de l'ordre de 4 % par an.

Le trafic MJA à la mise en service sera donc :

$$MJA = 690 \times 1,04$$

$$MJA = 717,6 \text{ PL/j/sens}$$

Soit :  $MJA = 718 \text{ PL/j/sens}$

### ■ 3.1.2 - Trafic « t » à la mise en service

L'expression du trafic à la mise en service est :

$$t = MJA \times R$$

où R est un coefficient de pondération lié à la largeur utile de la route. Il prend en compte le recouvrement des bandes de roulement dans le cas des chaussées bidirectionnelles à largeur réduite. Or, dans le présent projet, la chaussée est bidirectionnelle mais sa largeur est égale à 7,50 m. Donc, il n'y a pas normalement de recouvrement des bandes de roulement, et par suite :

$$R = 1$$

D'où

$$t = MJA$$

$$t = 718 \text{ PL/j/sens}$$

## 3.2 - Détermination du trafic cumulé « TC »

L'expression du trafic cumulé s'écrit :

$$TC = 365 \times t \times C$$

où t est le trafic journalier à la mise en service et C est le facteur de cumul développé au chapitre 2 et qui s'exprime par :

$$C = \frac{(1 + r_1)^{n_1} - 1}{r_1} + (1 + r_1)^{n_1} \frac{(1 + r_2)^{n_2} - 1}{r_2}$$

En ce qui concerne la période de service, on a retenu pour ce projet une durée longue de 30 ans.

En matière de taux annuel de croissance du trafic, on a pris les hypothèses suivantes :

- un taux de 4 % pendant les 15 premières années ;
- un taux de 6 % pour la période s'étalant entre la 16<sup>e</sup> et la 30<sup>e</sup> année.

En appliquant l'expression du facteur de cumul « C », on obtient :

$$C (1 \rightarrow 30 \text{ ans}) = C_1 (1 \rightarrow 15 \text{ ans}) + 1,04^{15} \times C_2 (16 \rightarrow 30 \text{ ans})$$

$$C = \frac{(1 + 0,04)^{15} - 1}{0,04} + (1,04)^{15} \frac{(1 + 0,06)^{15} - 1}{0,06}$$

$C = 61,92$

Le trafic cumulé sur 30 ans est alors :

$$TC = 365 \times t \times C$$

$$TC = 365 \times 718 \times 61,92$$

Soit :  $TC = 16\,227\,374 \text{ PL/sens}$

avec PL est un poids lourd de poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 t.

Le trafic cumulé peut aussi être exprimé en nombre d'essieux standards :

$NE = TC (PL) \times CAM$

Pour les structures en béton armé continu et pour des routes du réseau non structurant, le CAM est égal à 0,8. D'où :

$$NE = 16\,227\,374 \times 0,8$$

$NE = 12\,981\,899 \text{ essieux standards}$

## 4. La plate-forme support de chaussée

Le tracé projeté a une longueur de 5 km, la ligne rouge est située au niveau du terrain naturel.

On recherche, tout d'abord, la portance à long terme des sols qui seront mis à nu par les terrassements, puis la portance de la plate-forme en tenant compte des améliorations projetées (traitement des sols en place ou couche de forme).

## 4.1 - Portance du sol à long terme

### ■ 4.1.1 - Identification du sol

Une reconnaissance sommaire sur le terrain a permis de constater l'existence de matériaux hétérogènes : sols fins et sables avec des fines plastiques. Les essais d'identification réalisés sur des échantillons de ces sols ont montré qu'il s'agit de sols de types A<sub>2</sub> et B<sub>6</sub>, selon la classification géotechnique du GTR (*Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme*).

### ■ 4.1.2 - Détermination de la PST

Le fascicule 1 du GTR permet de déterminer la classe de la PST (partie supérieure de terrassement) et la classe de l'arase (AR).

La PST en sols A<sub>2</sub> – matériaux sensibles à l'eau et de mauvaise portance – se situe à plusieurs mètres au-dessus du niveau de la nappe. Il n'y a donc pas de risque de remontée d'eau. Mais des infiltrations sont toutefois possibles. Le fascicule 1 du GTR permet de définir cette PST par :

(PST 1 – AR 1)

Cette PST risque de présenter une portance insuffisante au moment de l'exécution de la couche de forme qui aura lieu probablement en automne. Il a été donc décidé d'améliorer le sol A<sub>2</sub> sur 0,5 m d'épaisseur par un traitement à la chaux vive et selon une technique remblai. Dans ces conditions, la PST en sols A<sub>2</sub> traités devient :

(PST 3 – AR 1)

La PST en sols B<sub>6</sub> – matériaux sensibles à l'eau et de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme – est définie par le fascicule 1 du GTR par :

(PST 2 – AR 1)



*Chaussée composite en BAC/GB : le béton est déversé par la toupie à l'avant de la machine à coffrage glissant.*

Cette PST se situe à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la nappe. Il y a donc un risque important de voir la portance de cette PST chuter à long terme sous l'action de la remontée de la nappe et des infiltrations d'eaux pluviales. Il a donc été décidé de réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur de plusieurs mètres. Dans ces conditions, la PST en sols B<sub>6</sub> devient :

(PST 3 – AR 1)

## 4.2 - Détermination de la classe de la plate-forme

Pour tout l'itinéraire, nous nous sommes placés dans le cas de (PST 3 – AR 3). Le GTR précise que, dans de telles conditions, il est presque toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Celle-ci est envisagée sous forme de traitement des sols A<sub>2</sub> et B<sub>6</sub> avec un liant hydraulique routier afin d'atteindre une plate-forme de classe PF3. L'épaisseur de la couche de forme traitée est de 50 cm. Elle sera réalisée en deux couches.

## 5. Détermination de la structure BAC/GB

Pour le projet étudié, nous avons évalué les paramètres d'entrée qui s'établissent comme suit :

- trafic cumulé : 16 227 374 poids lourds ou 12 981 899 essieux standards ;
- plate-forme support : PF3 ;
- béton armé continu (BAC) confectionné avec un béton de classe 5 ;
- grave-bitume de classe 3 ;
- voirie du réseau non structurant « routes ». Nous sélectionnons la fiche de structures correspondant à « routes » et à la plate-forme de classe PF3 (voir la figure 9).

Nous pointons sur l'ordonnée de gauche la valeur du trafic cumulé – en l'occurrence 16 227 374 PL – ou sur l'ordonnée de droite la valeur du trafic cumulé en essieux standards – en l'occurrence 12 981 899 – et nous traçons une ligne horizontale qui va recouper les différentes structures BAC/GB possibles (cases colorées en bleu dans la figure 9).

Ainsi, nous lisons :

<b>Épaisseur de BAC/ épaisseur de GB<sub>3</sub></b>	<b>Trafic cumulé maximal admissible</b>
14 cm BAC / 8 cm GB <sub>3</sub>	20 000 000 PL
14 cm BAC / 9 cm GB <sub>3</sub>	25 000 000 PL
13 cm BAC / 10 cm GB <sub>3</sub>	20 000 000 PL
13 cm BAC / 11 cm GB <sub>3</sub>	24 000 000 PL
13 cm BAC / 12 cm GB <sub>3</sub>	29 000 000 PL
12 cm BAC / 13 cm GB <sub>3</sub>	18 000 000 PL
12 cm BAC / 14 cm GB <sub>3</sub>	22 000 000 PL

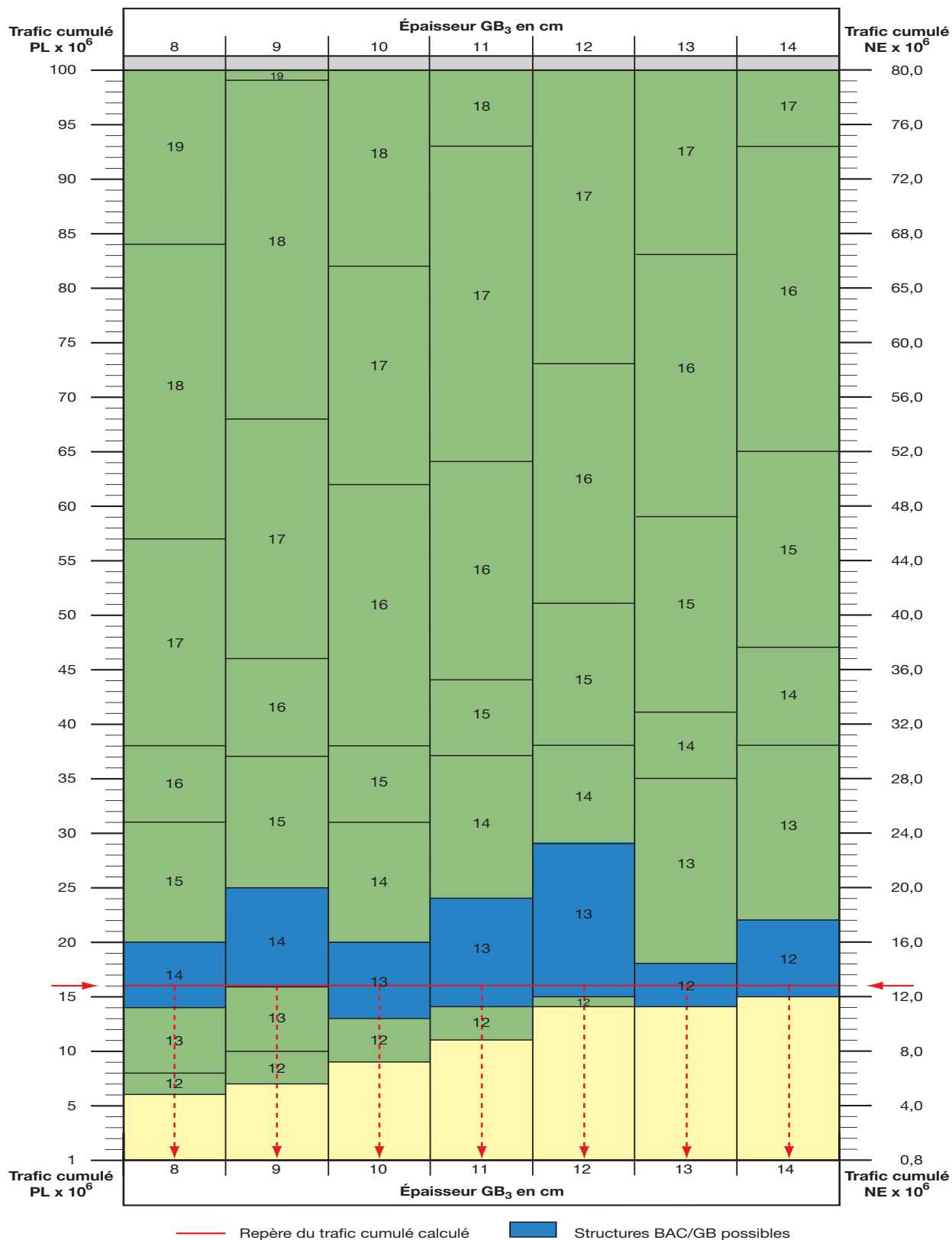


Chaussée composite en BAC/GB : le béton est déversé devant la machine par un alimentateur.

## 6. Joints

La structure est en béton armé continu, il n'y a donc pas de joints transversaux de retrait-flexion. En revanche, la route est conçue en 7,50 m de largeur, il y a donc nécessité de réaliser un joint longitudinal. Celui-ci est moulé dans le béton frais et placé sur l'axe de la chaussée, à l'extérieur de la bande de signalisation de la voie lente.

**Figure 9 : routes sur plate-forme PF3**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



# GLOSSAIRE

## Alizé

Méthode de dimensionnement des chaussées utilisée par le SETRA et le LCPC.

## AR

Arase de terrassement.

## BAC

Béton (de classe 5) armé continu – voir norme NF P 98-170.

## BAU

Bande d'arrêt d'urgence.

## BBSG

Béton bitumineux semi-grenu – voir norme NF EN 13 108-1.

## BBTM

Béton bitumineux très mince – voir norme NF EN 13 108-2.

## BCMC

Béton de ciment mince collé.

## BCi

Béton de ciment de classe i. Six classes de béton de ciment : BC1, BC2, BC3, BC4, BC5 et BC6, en fonction de leur résistance mécanique à 28 jours (voir norme NF P 98-170).

## BCig

Béton de ciment goujonné de classe i.

## BDG

Bande Dérasé Gauche.

## Bm

Béton maigre – en général, béton de classe 2, voire 3.

## CCTG

*Cahier des clauses techniques générales.*

## Collage

Adhérence totale d'une couche de chaussée sur une autre, se caractérisant par une transmission totale des contraintes horizontales entre la couche supérieure et la couche inférieure. À l'inverse, si les couches sont décollées, il y a glissement total et aucune transmission des dites contraintes.

## Déflexion

Déformation verticale de la surface d'une chaussée sous l'effet du passage d'un essieu « standard » de 130 kN. Elle se mesure à la poutre de Benckelman ou au deflectographe Lacroix du L.C.P.C. Elle caractérise plutôt la portance du support des couches structurales de la chaussée.

## E

Module d'élasticité d'Young d'un matériau en MPa.

## EME

Enrobés à Module Élevé (voir norme NF EN 13 108-1).

## FABAC

Fatigue du béton armé continu.

## GBi

Grave-Bitume de classe i. Trois classes de graves-bitume : GB1, GB2 et GB3 (voir norme NF EN 13 108-1).

## GB4

Grave Bitume de classe 4.

## GNT

Graves non traitées (voir norme NF EN 13 285).

## GTR

Guide technique – réalisation des remblais et des couches de forme.

## PSV (CPA)

Coefficient de polissage accéléré caractérisant la plus ou moins grande aptitude des granulats à ne pas se polir sous l'effet du frottement des pneumatiques.

## PST

Partie supérieure des terrassements.

## PF i

Caractérisation de la déformabilité de la plate-forme (couche de forme) sur laquelle va reposer la structure de chaussée composée des couches de fondation, de base et de roulement.

### Couche de forme non traitée

Classe de plateforme	Module de déformabilité en MPa (plaque ou dynaplaque)	Déflexion maximale en mm mesurée au deflectographe Lacroix ou à la poutre de Benckelman sous l'essieu de 130 kN
PF 3	120	0,9
PF 4	200	0,5

### Couche de forme en sols argileux ou limoneux traitée en place

Classe de plateforme	Déflexion maximale en mm mesurée au deflectographe Lacroix ou à la poutre de Benckelman sous l'essieu de 130 kN	
	traitement à la chaux seule	traitement à la chaux + ciment
PF 2	1,20	0,80
PF 3	0,80	0,60
PF 3		0,50

## **TC**

Trafic Cumulé. Il est exprimé en nombre de poids lourds circulant sur la voie la plus chargée et cumulé sur la durée de service prévue lors du dimensionnement de la chaussée. Le poids lourd est un véhicule de plus de 3,5 t de poids total autorisé en charge.

## **Rayon de courbure**

Courbure de la surface d'une chaussée sous l'effet du passage d'un essieu « standard » de 130 kN. Il se mesure à la poutre de Benckelman ou au Défectographe Lacroix du LCPC. Il caractérise plutôt la « raideur » des couches structurales de la chaussée.

## **$\sigma$**

Valeur de la contrainte dans un matériau : elle est positive en compression, négative en traction.

## **$\epsilon$**

Valeur de la déformation sous contrainte d'un matériau : elle est positive pour un raccourcissement, négative pour un allongement.

## **$\sigma_6$**

Contrainte pour laquelle la rupture par traction par flexion sur éprouvette de 360 jours d'âge est obtenue pour  $10^6$  cycles.

## **$\epsilon_6$**

Déformation pour laquelle la rupture conventionnelle en flexion sur éprouvette est obtenue au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de 50 %, à 10 °C et 25 Hz.

## **$\sigma_{ad}$**

Contrainte maximale admissible en fonction du nombre de cycles prévu durant la durée de vie de la chaussée.

## **$\epsilon_{ad}$**

Allongement maximum admissible en fonction du nombre de cycles prévu durant la durée de vie de la chaussée.

### **CIMBÉTON**

Centre d'information sur le ciment et ses applications.

### **LCPC**

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées  
– Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT).

### **SETRA**

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes – Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT).

### **SPECBEA**

Syndicat Professionnel des Entreprises de Chaussées en Béton et des Équipements Annexes.

---

Crédit photographique : Romualda Holak, Yan Kervéno, X.

Réalisation : Amprincipe, Paris

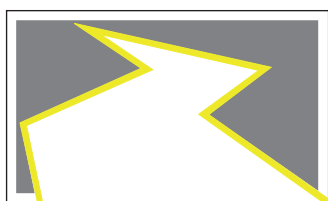
Couverture et illustrations : David Lozach

Impression : Imprimerie Chirat

Réédition février 2009 - N°

---





Syndicat Professionnel  
Des Entrepreneurs de Chaussées en Béton  
Et d'Equipements Annexes

3, rue de Berri – 75008 Paris  
Tél : 01 44 13 32 90 – Fax : 01 42 25 89 99

**CIM** *Béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR  
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, place de la Défense • 92974 Paris-la-Défense Cedex  
Tél. : 01 55 23 01 00 • Fax : 01 55 23 01 10  
E-mail : [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net) • internet : [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)