

# 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 BBIM/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 BBIM/BAC/GB**



## 1. Introduction

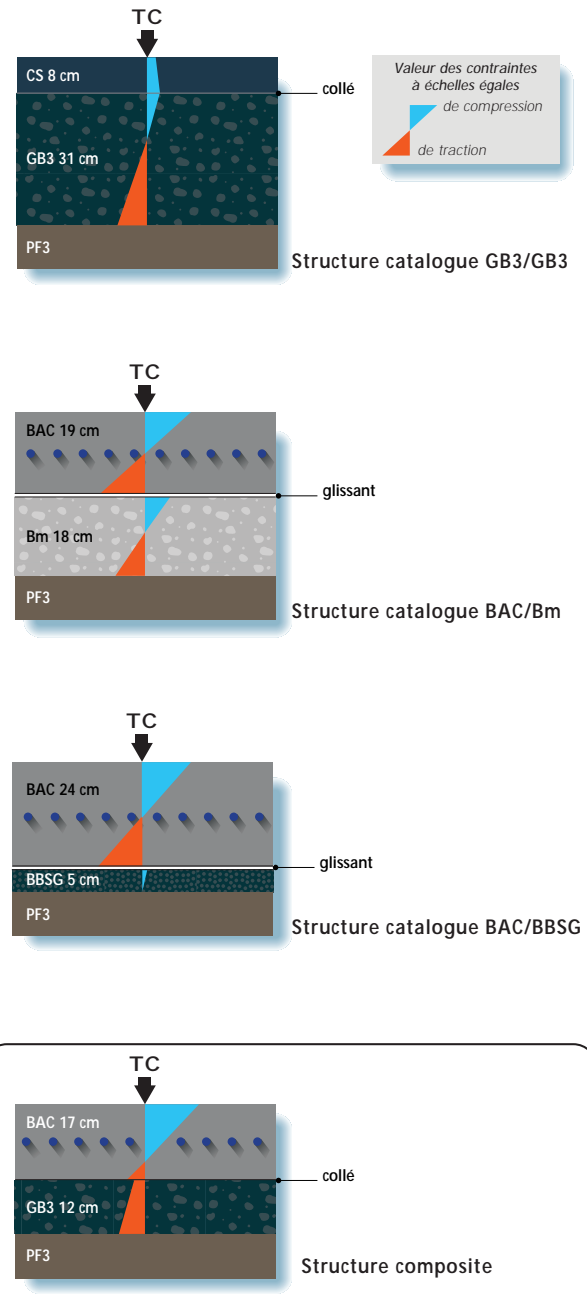
Les connaissances nouvelles exposées dans le chapitre 1 conduisent à étudier des structures neuves d'une nouvelle génération. Ce guide propose des structures composites constituées de couches présentant à leur interface une adhérence par collage « naturel » :

- 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 déformabilité 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 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 P 98-138 « couches d'assise : graves-bitume ». 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.

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.*

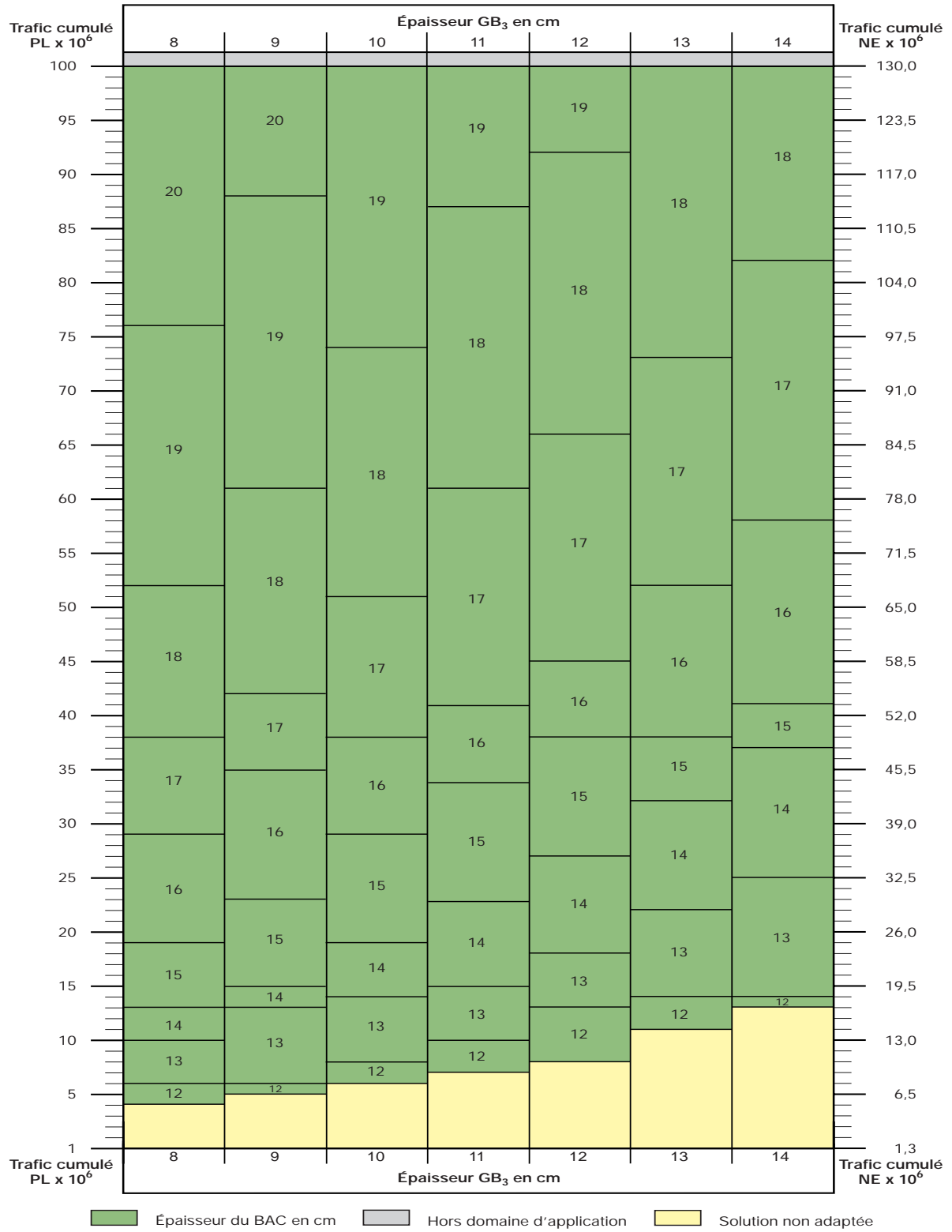
routes). Dans chaque série, chaque fiche correspond à une classe de plate-forme donnée « PFi » et est présentée sous la forme d'un diagramme (trafic cumulé de poids lourds et nombre d'essieux équivalent en ordonnée, épaisseur de la couche GB en abscisse), qui permet en pointant le trafic cumulé (cf. 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 :

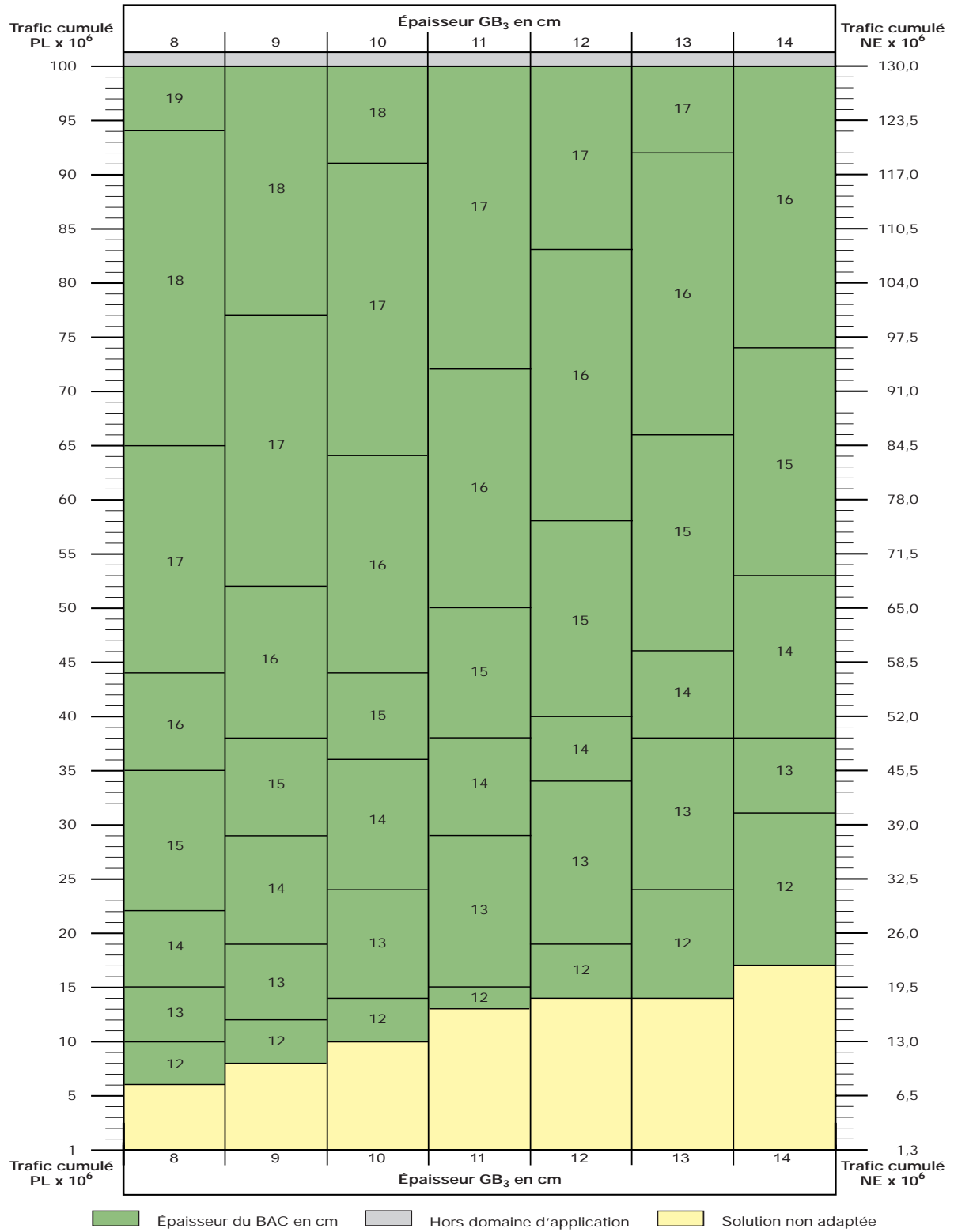
- Figure 4 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF3 ;
- Figure 5 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF4 ;
- Figure 6 : routes sur plate-forme PF2 ;
- Figure 7 : routes sur plate-forme PF3 ;
- Figure 8 : routes sur plate-forme PF4.

**Figure 4 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF3**

**Dimensionnement des structures BAC/GB**

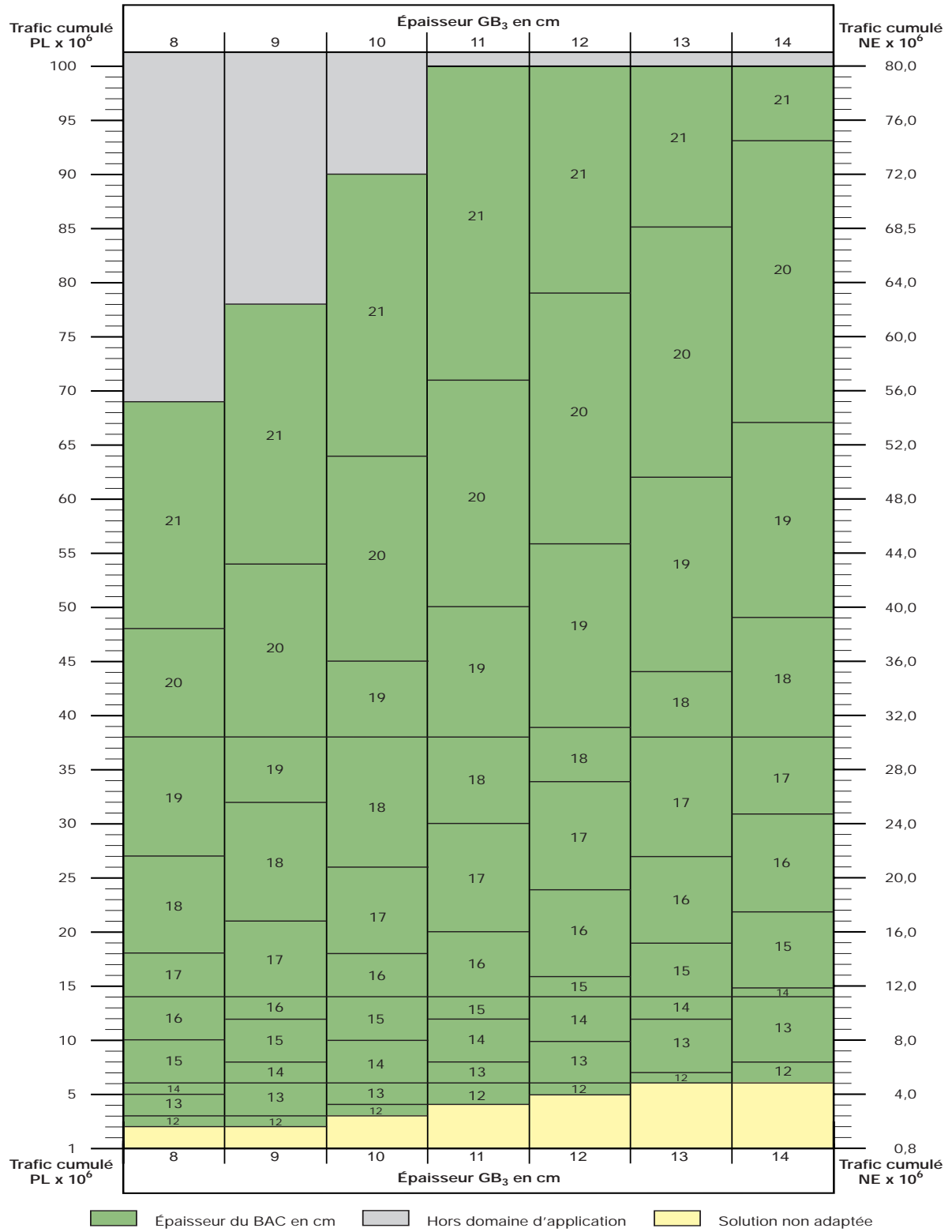


**Figure 5 : autoroutes et voies express sur plate-forme PF4**  
**Dimensionnement des structures BAC/GB**



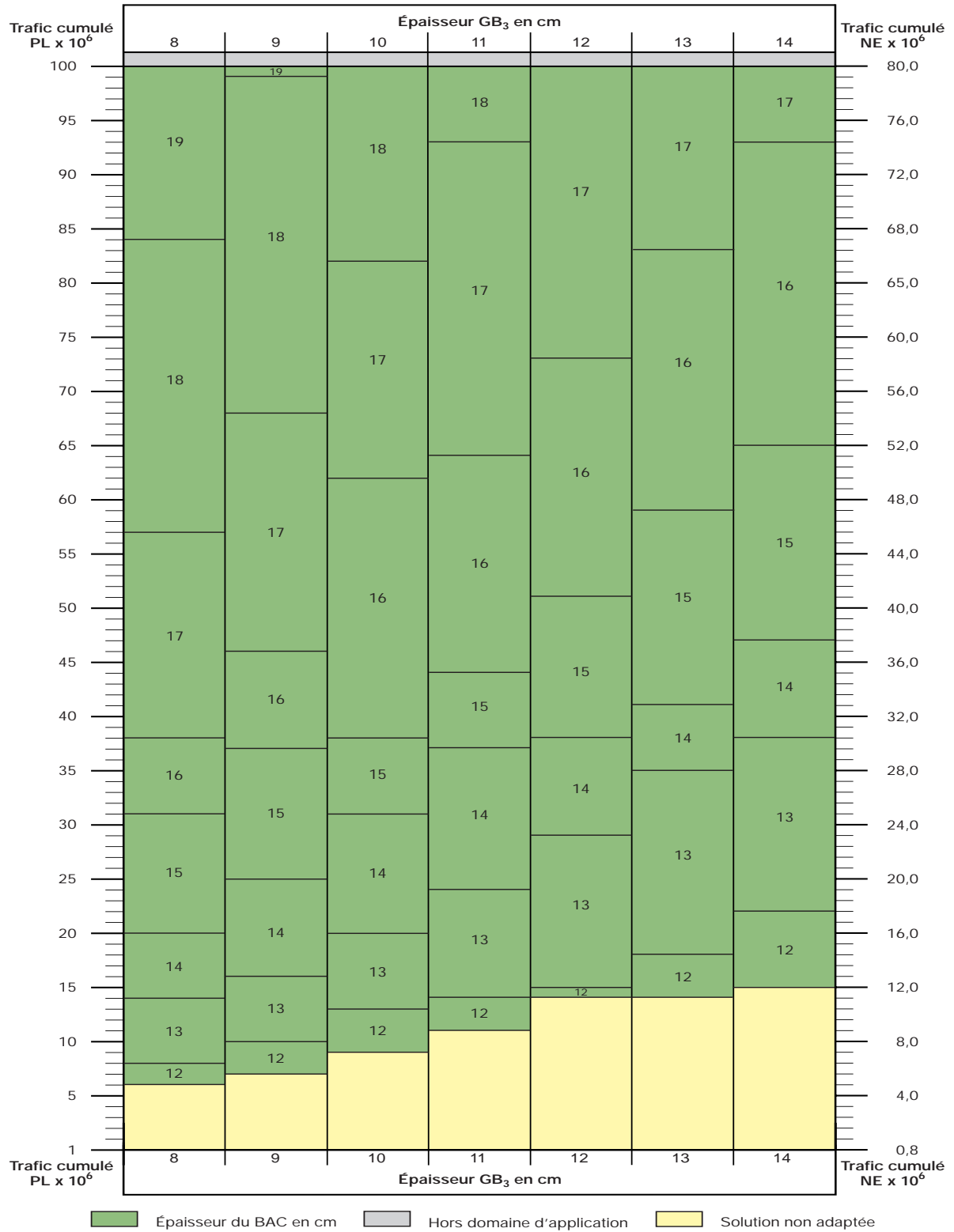
## Figure 6 : routes sur plate-forme PF2

### 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

