



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES



Édition 1998



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Page laissée blanche intentionnellement



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

Direction
des Routes

Paris, le 26 octobre 1998

Le ministre de l'équipement
des transports et du logement

à

Mesdames et Messieurs
les préfets de départements
Directions départementales de l'équipement

*Objet : lettre-circulaire du 26 octobre 1998 concernant l'application du
catalogue des structures types de chaussées neuves (non publiée au
bulletin officiel)*

Après plus de vingt ans d'utilisation, le catalogue des structures de 1977 bien qu'actualisé en 1988, nécessitait une refonte profonde en raison de changements importants survenus en matière de politique routière et de doctrine technique.

En effet, ces dernières années ont été marquées par :

- l'adoption en 1992 du schéma directeur du réseau routier national qui introduit une hiérarchisation du réseau routier,
- la normalisation des matériaux et des produits routiers qui entrent dans la constitution des structures de chaussée,
- la parution du guide technique réalisation des remblais et des couches de forme (GTR),
- la parution du guide de conception et de dimensionnement des structures de chaussées (GCD), document partenarial qui explicite la démarche française en matière de dimensionnement des chaussées.

Ces éléments ont conduit la direction des routes à demander au réseau technique de mener à bien une refonte du catalogue des structures de 1977, actualisé en 1988.

Les objectifs généraux de l'ancien catalogue sont conservés, à savoir :

- traduire concrètement la stratégie de la direction des routes en matière d'investissement et d'entretien,
- diffuser aux services un ensemble de solutions techniques bien définies et comparables,
- éviter au projeteur des calculs longs et fastidieux, pour lui permettre ainsi de se concentrer sur la qualité de la préparation et de l'exécution du chantier.

La nouvelle édition se présente, comme la précédente, sous forme d'un ensemble de fiches de structures, dont la facilité d'utilisation a maintenant fait ses preuves.

Les modifications majeures portent sur les éléments suivants.

①. La prise en compte de la hiérarchisation du réseau routier national

La durée de vie théorique des chaussées est dorénavant modulée selon les catégories de routes définies par le schéma directeur routier national de 1992. Celles-ci sont regroupées en deux ensembles :

- les voies du réseau structurant (VRS) comprennent les voies rapides urbaines (VRU), les autoroutes non concédées (ARNC), les liaisons assurant la continuité du réseau autoroutier (LACRA), et certaines grandes liaisons d'aménagement du territoire (GLAT) destinées à présenter à terme des caractéristiques autoroutières.
- les voies du réseau non structurant (VRNS) comprenant les autres GLAT et les routes nationales qui n'entrent pas dans les catégories précédentes.

Par ailleurs, si l'on se réfère au catalogue des types de route en milieu interurbain qui vous a été adressé par circulaire du 9 Décembre 1991 :

- les types 1 et 2 de ce catalogue (autoroutes et routes express à une chaussée) sont considérées vis-à-vis du dimensionnement de la structure de chaussée comme des voies du réseau structurant,
- les types 3 et 4 (artères interurbaines et autres routes) sont considérées comme des voies du réseau non structurant,

Les voies du réseau structurant sont dimensionnées pour une durée de vie initiale de 30 ans, celles du réseau non structurant pour une durée de 20 ans.

Cette distinction entre VRS et VRNS a été adoptée pour limiter les interventions en matière d'entretien structurel sur les routes à fort trafic, afin de réduire la gêne à l'usager et limiter les contraintes liées à l'exploitation de la route.

②. La prise en compte du trafic

Pour se mettre en conformité avec la norme NF P 98-082, le trafic est défini par le nombre de poids lourds de poids total autorisé en charge PTAC > 35 kN (dans le catalogue 1977, les poids lourds sont des véhicules de plus de 50 kN de charge utile). Ces véhicules utilitaires correspondent à ceux qui sont recensés comme poids lourds dans le cadre du système de recueil de données de trafic SIREDO.

Les hypothèses d'agressivité moyenne des poids lourds ont été revues pour tenir compte de l'évolution de la composition du parc.

L'attention est attirée sur le fait que les classes de trafic du nouveau catalogue sont des classes de trafic poids lourds cumulé sur la durée de vie de la chaussée. Elles ne sont donc pas comparables à celles définies en 1977.

③. La prise en compte du support de chaussée

La définition du support de chaussée est faite conformément au guide technique GTR qui introduit la notion de partie supérieure des terrassements (PST) permettant de définir des classes d'arase de terrassements. Cette classe d'arase intervient dans la définition de la classe de plate-forme, comme la classe de sol intervenait dans le Catalogue 77.

Une classe de plate-forme PF4 a été créée pour optimiser le dimensionnement des routes à très fort trafic.

Enfin, des limitations ont été introduites dans le choix des classes de plate-forme autorisées selon la catégorie de route et le trafic, en vue d'optimiser le comportement ultérieur de ces chaussées et de limiter ainsi leur fréquence périodique d'entretien.

④. La prise en compte du gel

La méthode de vérification au gel-dégel présentée dans le catalogue 1977 est conservée dans son principe, mais elle a subi quelques aménagements pour tenir compte des progrès réalisés dans les connaissances sur le comportement des chaussées au gel-dégel depuis 20 ans.

Les restrictions de circulation (pose de barrières de dégel) sont devenues durant cette période difficilement acceptables pour l'économie du pays. Aussi, l'hiver de référence, qui conditionne le risque de pose de barrières et que je vous demande d'adopter pour le dimensionnement des chaussées neuves, est l'hiver exceptionnel (hiver le plus rigoureux rencontré entre 1951 et 1997), à l'exception des routes supportant un trafic journalier inférieur à T3.

Pour ces dernières, l'éventualité de pose de barrières est acceptée pour les hivers de rigueur supérieure à celle des hivers rigoureux non exceptionnels (hiver présentant une période de retour de l'ordre de 10 ans).

Vous trouverez dans les annexes jointes au catalogue des renseignements statistiques permettant d'évaluer les indices de gel des hivers de référence. Les valeurs fournies, relatives aux stations météorologiques, ne sont pas représentatives de l'ensemble du département dans lequel elles sont situées. Vous devrez donc les adapter au contexte de l'opération étudiée (localisation, altitude, topographie,...), en vous appuyant, en tant que de besoin, sur les CETE.

⑤. Les matériaux et structures

Tous les matériaux utilisés dans les fiches de structures sont des matériaux faisant chacun l'objet d'une norme. Lorsque celle-ci introduit des classes de performances mécaniques, la classe retenue est mentionnée dans le titre de la fiche considérée.

Le document étant d'application nationale, il était difficile de retenir toutes les combinaisons possibles de matériaux en couche de base et en couche de fondation sans aller à l'encontre d'une bonne lisibilité du document et d'une simplicité d'utilisation. C'est pourquoi il a été choisi de ne retenir que les structures

qui étaient couramment employées sur le réseau national et qui représentaient en général l'optimum économique et technique.

Le large éventail de techniques présenté par la nouvelle édition du catalogue vous permettra de tirer au mieux parti des diverses ressources en matériaux et en liants, étant entendu que toutes les planches de structure ne sont pas utilisables partout pour des raisons de prix de revient.

⑥. Les hypothèses et données de calcul

Un fascicule intitulé « Hypothèses et données de calcul » affiche explicitement les valeurs des paramètres pris en compte pour la détermination des épaisseurs des structures (durée et risque de calcul, agressivité des poids lourds, etc..). La lecture de ce fascicule n'est pas indispensable pour l'utilisation du catalogue.

Les fiches de structures-types sont accompagnées :

- d'une notice d'utilisation, avec des exemples d'utilisation,
- d'un fascicule qui décrit les types de structures retenus et donne les valeurs numériques ayant permis de les élaborer selon la méthode décrite dans le guide GCD,
- d'un fascicule d'annexes qui explicitent en particulier la méthode de détermination de la classe de plate-forme.

⑦. Les variantes

Le présent catalogue concerne l'emploi des structures de « chaussées types ».

Les maîtres d'œuvre ont cependant la possibilité d'ouvrir aux variantes les consultations d'entreprises, que ce soit pour les couches de surface ou pour les couches de structure.

Un document technique relatif à ces variantes est en cours d'élaboration au SETRA. Il précisera les spécifications techniques qui devront figurer dans les dossiers de consultation et fournira les éléments techniques nécessaires à une bonne analyse des offres variantes des entreprises.

Dans l'attente de la sortie de ce document, les dispositions transitoires suivantes seront appliquées.

Les variantes éventuelles doivent être calculées conformément à la méthodologie et aux hypothèses de calcul définies dans le guide de dimensionnement des chaussées.

En ce qui concerne les couches de surface, vous avez toute latitude pour ouvrir les consultations aux variantes d'entreprises et choisir celle que vous estimerez la mieux adaptée à vos besoins.

En ce qui concerne les couches de structure, vous vous rapprocherez du SETRA (contact : Yves GUIDOUX - directeur d'études « techniques de construction des chaussées ») qui vous indiquera les experts du réseau technique susceptibles de

vous assister dans l'élaboration de vos dossiers de consultation, l'analyse technique des offres et le suivi technique des travaux.

Vous m'informerez, par le canal de la mission des services déconcentrés et des services techniques centraux de la direction des routes, des conditions d'exécution des présentes instructions.

⑧. **Date d'effet**

Les dispositions de la présente lettre-circulaire sont d'application obligatoire sur le réseau routier national à partir de sa date de publication.

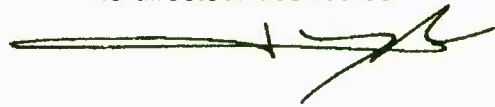
A cette même date, sont abrogées les lettres circulaires 77/1156 du 5 Décembre 1977 et 01/81 du 16 Juillet 1981 de la direction des routes relatives au catalogue de structures de 1977, ainsi que la lettre circulaire du 11 mai 1988, relative à son actualisation.

Autres réseaux

Si d'autres maîtres d'ouvrage envisagent de s'inspirer de ces spécifications pour leur propre réseau, leur attention doit être attirée sur le fait qu'elles ont été élaborées en fonction de la stratégie d'investissement et d'entretien retenue par la direction des routes et de la typologie spécifique du réseau routier national.

Il leur appartient donc de les adapter à la particularité de leur propre réseau et aux stratégies d'investissement et d'entretien qu'ils ont définies.

Pour le ministre et par délégation,
le directeur des routes



Christian LEYRIT



**Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement
Direction des Routes**



*Ce document fait partie d'un ensemble constitué de 3 fascicules, 52 fiches
et un boîtier qui ne peuvent être vendus séparément.*

Ensemble disponible sous la référence D 9828
au prix de 300 F

• *au bureau de vente du SETRA*

46, avenue Aristide Briand - BP 100 - F-92225 BAGNEUX CEDEX
téléphone : 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55
télécopie : 01 46 11 33 55

• *à l'IST-Diffusion - LCPC*

58, boulevard Lefebvre - F-75732 PARIS CEDEX 15
téléphone : 01 40 40 52 26 - télécopie : 01 40 43 54 95
sur internet : <http://www.lcpc.fr>

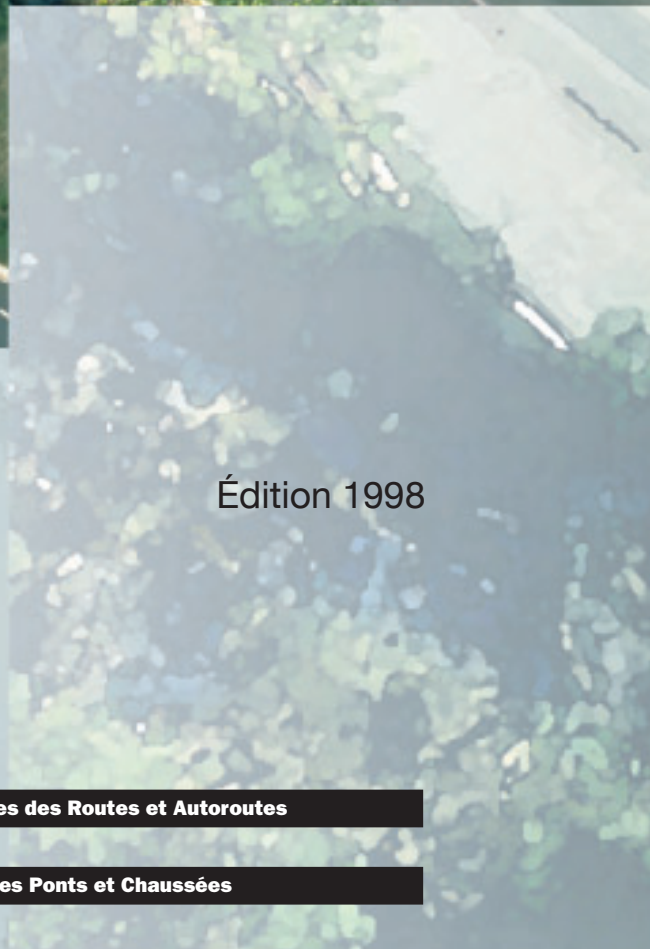
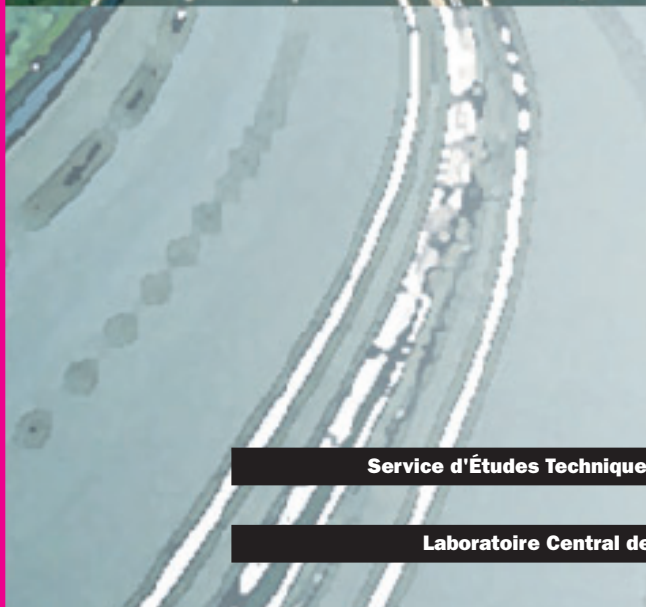


Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Hypothèses
et données de calcul



Édition 1998



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Page laissée blanche intentionnellement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Hypothèses et données de calcul

Édition 1998

Document édité et diffusé par :



Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - F-92225 BAGNEUX CEDEX
Téléphone : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69



Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - F-75732 PARIS CEDEX 15
Téléphone : 01 40 43 52 26 - Télécopie : 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>

Ce catalogue des structures types de chaussées neuves a été rédigé par un groupe de travail constitué par des représentants du Réseau Technique du Ministère de l'Équipement et sa validation technique assurée par Messieurs Jean-François CORTÉ (LCPC) et Yves GUIDOUX (SETRA).

Le groupe de travail était constitué de :

- Antoine DE BOISSOUDY (LCPC) †
- Michel DAUZATS (LRPC d'Aix-en-Provence)
- Valérie GOYON (SETRA), secrétaire technique du groupe
- Rolf KOBISCH (LRPC de Saint-Brieuc)
- Cédric LEROUX (SETRA)
- Hugues ODEON (LCPC)
- David SANCHEZ (Stagiaire au SETRA)

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.

© 1998 - SETRA - LCPC

ISBN 2-11 085841 9

ISSN 1151-1516

SOMMAIRE

	AVERTISSEMENT	4
1	CONSTITUTION DES STRUCTURES DE CHAUSSÉES	5
2	DESCRIPTION DES STRUCTURES ET CLASSES DES MATÉRIAUX UTILISÉS	5
3	DÉTERMINATION DES ÉPAISSEURS NOMINALES D'ASSISE AU BORD DROIT	10
4	DONNÉES D'ENTRÉE DU DIMENSIONNEMENT	12
5	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	18

AVERTISSEMENT

L'objet du présent fascicule est d'explicitier et de motiver les choix qui ont été effectués pour conduire aux structures proposées. On trouvera ainsi dans ce document toutes les valeurs numériques et les hypothèses qui permettent de recalculer les structures.

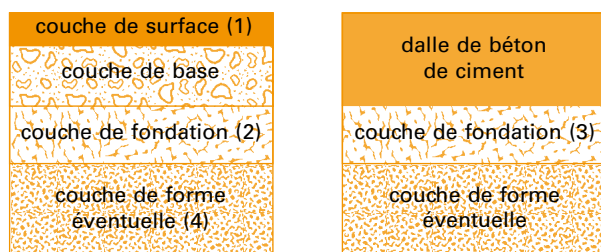
Sa lecture n'est pas indispensable dans les cas les plus courants, pour lesquels la Notice d'utilisation, les planches de structures - types avec leurs commentaires et les annexes doivent permettre à l'ingénieur de définir les structures de chaussées, à partir des résultats des études préalables.

Il sera cependant nécessaire de consulter ce fascicule dans le cas (en principe exceptionnel) où l'agressivité du trafic est nettement supérieure à celle prise en compte dans le catalogue.

1 CONSTITUTION DES STRUCTURES DE CHAUSSÉES

Les structures de chaussée sont constituées de plusieurs couches comme l'indique le schéma suivant (figure 1).

Figure 1 - Constitution des structures de chaussées



- (1) couche de surface = couche de roulement + couche de liaison éventuelle
- (2) certaines structures ne comportent qu'une seule couche d'assise
- (3) sous béton armé continu : couche d'enrobé; sous dalle épaisse : couche drainante
- (4) surmontée éventuellement d'une couche de réglage en grave non traitée.

Les familles de structures présentées dans le catalogue 1977 et son actualisation en 1988 ont été reconduites. Les familles de structures retenues dans le catalogue sont les suivantes :

- les **chaussées bitumineuses épaisses** : elles se composent d'une couche de surface bitumineuse sur une assise en matériaux traités aux liants hydrocarbonés;
- les **chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques** : elles comprennent une couche de surface bitumineuse sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques;

- les **structures mixtes** : elles comportent une couche de surface et une couche de base en matériaux bitumineux sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques. De plus, le rapport de l'épaisseur de matériaux bitumineux à l'épaisseur totale de chaussée est de 0,5;

- les **chaussées en béton de ciment** : la couche de béton de ciment, qui sert aussi de couche de roulement, repose soit sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques ou en béton maigre, soit sur une couche drainante en matériaux granulaires ("dalle épaisse") soit sur une couche d'enrobé reposant elle-même sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques;

- les **structures souples** : elles comportent une couverture bitumineuse relativement mince, reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités;

- les **structures inverses** : elles se composent d'une couche de surface et d'une couche de base en matériaux bitumineux, sur une couche en grave non traitée de faible épaisseur, reposant elle-même sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques qui joue également le rôle de couche de fondation.

2 DESCRIPTION DES STRUCTURES ET CLASSES DES MATÉRIAUX UTILISÉS

Dans le paragraphe suivant sont indiqués pour les six familles de structures retenues :

- les matériaux utilisés,
- les structures de référence retenues, c'est-à-dire les combinaisons des différents matériaux utilisés en assise,
- les conditions de collage aux interfaces des couches.

2.1 Structures bitumineuses épaisses

• Matériaux utilisés

Les matériaux utilisés dans les structures bitumineuses épaisses sont les suivants :

- grave-bitume de classe 2, GB2

- grave-bitume de classe 3, GB3

- enrobé à module élevé de classe 2, EME2.

Ces matériaux ont été retenus car ils possèdent une bonne tenue à la fatigue.

La grave-bitume de classe 3 présente une meilleure tenue à la fatigue que la grave-bitume de classe 2, mais cette dernière est intéressante dans les régions riches en granulats ou pour les structures à faible trafic sur une plate-forme de bonne qualité.

Les structures de référence choisies excluent les graves bitume de classe 1 qui ne sont pas autorisées sur le réseau routier national non concédé (Cf. Guide d'application des normes enrobés [1]), et les enrobés à module élevé de classe 1 dont le comportement est mal connu.

• Structures de référence

Elles sont récapitulées ci-contre (figure 2).

Pour toute structure dont l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, il convient d'exiger un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm. Il peut être obtenu, par exemple, par apport d'une couche de réglage d'au moins 10 cm en grave non traitée insensible à l'eau (teneur en fines < 8 %), mise en oeuvre avec un engin guidé, et de granularité adaptée à l'épaisseur appliquée.

La structure GB2/GB3 n'est pas retenue, bien que son dimensionnement soit le même que celui de la structure GB3/GB3 et qu'elle soit ainsi plus économique. Toutefois, à même épaisseur, une grave-bitume de classe 2 s'opposera moins bien qu'une grave-bitume de classe 3 à la remontée des fissures de fatigue en surface.

• Conditions aux interfaces

Toutes les couches sont considérées comme collées.

2.2 Les structures à assise traitée aux liants hydrauliques

• Matériaux utilisés

Sont retenus les matériaux définis dans le tableau 1 ci-dessous.

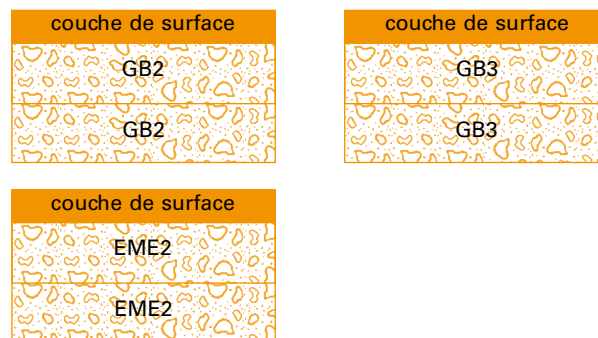


Figure 2 - Structures bitumineuses de référence

Tableau 1 - Matériaux traités aux liants hydrauliques retenus

Matériaux	Classe	Conditions d'utilisation	Résistance minimale en traction directe en laboratoire
Grave-ciment (GC)	G3,G4		
Grave-liant routier (GLR)	G3	Base et fondation	cf Normes
Grave-cendres hydrauliques (GCH)	G3		
Grave-laitier prébroyé * (GLp)	G2	Base et fondation	0,9 MPa à 360 jours
Grave-laitier granulé (GLg) ou grave-laitier prébroyé **	G1	Base et fondation	0,65 MPa à 360 jours
Grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux (GCV)	G3	Base et fondation	1,5 MPa à 360 jours
Sables traités (structures GH/SH)	S2 ou S3	Fondation sous GH avec même traitement	cf Normes
Sables traités (structures SH)	S3	Base et fondation	cf Normes

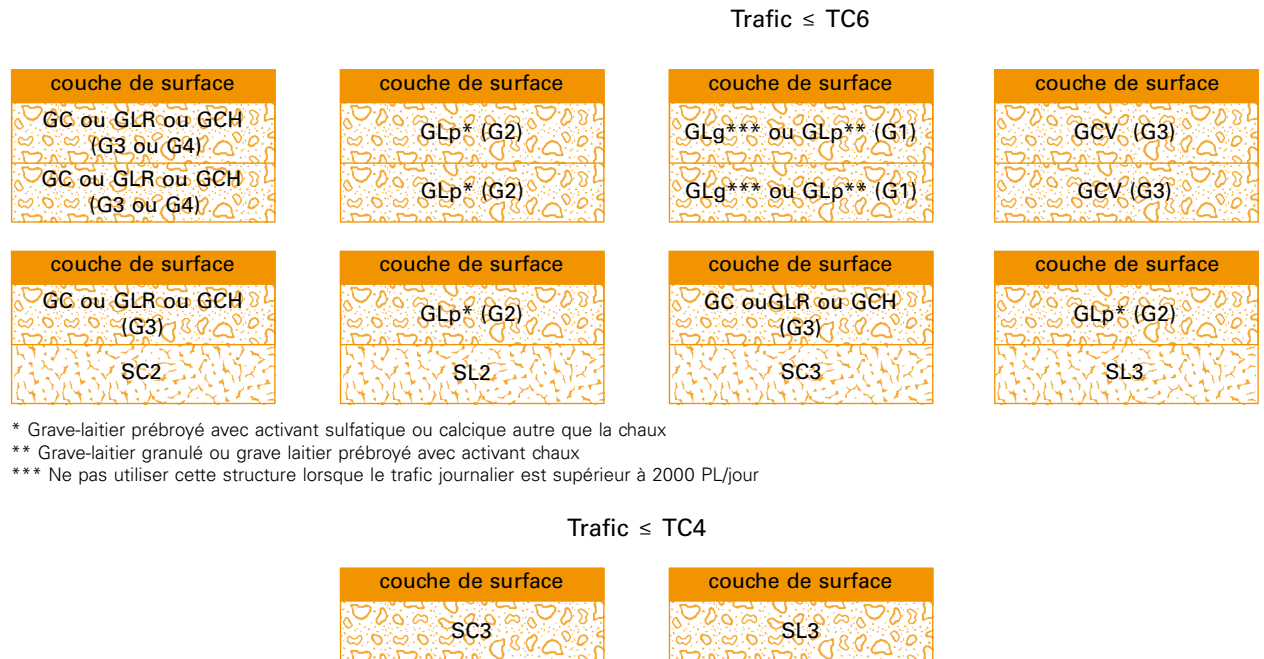
* activant sulfatique ou calcique autre que la chaux

** activant chaux

• Structures de référence

Elles sont récapitulées ci-dessous (figure 3).

Figure 3 - Structures à assises traitées aux liants hydrauliques de référence



* Grave-laitier prébroyé avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux

** Grave-laitier granulé ou grave laitier prébroyé avec activant chaux

*** Ne pas utiliser cette structure lorsque le trafic journalier est supérieur à 2000 PL/jour

• Préfissuration

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire afin de diminuer les conséquences de l'évolution des fissures de retrait. Pour les autres trafics, la préfissuration est vivement conseillée. Pour la grave-ciment de classe 4, la préfissuration est obligatoire quel que soit le trafic.

On considère que la préfissuration n'a pas d'incidence sur le dimensionnement.

• Conditions aux interfaces

Elles dépendent du type de matériau utilisé et du nombre de couches appliquées. Le tableau 2 ci-dessous récapitule les conditions de collage aux interfaces des couches.

Tableau 2 - Conditions de collage aux interfaces

Structures	Conditions aux interfaces
GLp*/GLp* GC3/GC3 ou GLR/GLR ou GCH/GCH	semi-collé
GLg ou GLp**	collé
GC4/GC4 ou GCV/GCV	décollé
SL3/SL3 (laitier prébroyé*) SC3/SC3 (ciment ou liant routier ou cendres hydrauliques)	semi-collé
GLp*/SL2 ou GLp*/SL3 ou GC/SC2 ou GC/SC3	semi-collé

* activant sulfatique ou calcique autre que la chaux

** activant chaux

2.3 Les structures mixtes

• Matériaux utilisés

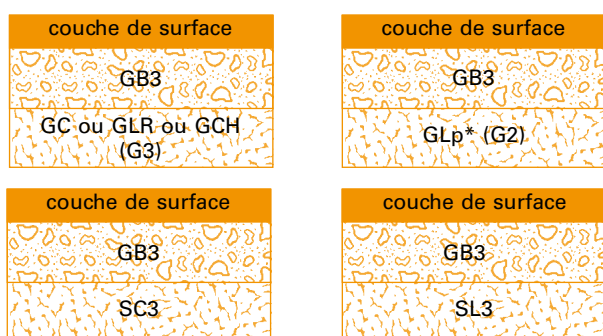
Les matériaux traités aux liants hydrauliques utilisés en couches de fondation sont décrits dans le tableau 1.

Le matériau retenu pour la couche de base est la grave bitume de classe 3 : elle présente une bonne résistance à la fatigue et une bonne résistance vis à vis de la propagation des fissures de retrait.

• Structures de référence

Elles sont récapitulées ci-dessous (figure 4).

Figure 4 - Structures mixtes de référence



* grave laitier prébroyé avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux

Les structures mixtes ont été calculées en respectant un rapport épaisseur de matériau bitumineux sur épaisseur totale égal à 0,5.

• Conditions aux interfaces

L'interface entre la couche de fondation et la couche de base est considérée comme collée à la mise en service. Après rupture du matériau hydraulique, l'interface est considérée comme décollée.

2.4 Les structures en béton de ciment

• Matériaux utilisés

Les matériaux suivants sont retenus :

couche de base-roulement

- le béton armé continu (BAC) avec des fers ronds, ou le béton de ciment de classe 5 goudonné, pour les trafics supérieurs ou égaux à TC5,
- le béton de ciment de classe 5 non armé et non goudonné (BC5) sur fondation traitée pour les trafics TC4 à TC5 sur les voies du réseau structurant, et TC3 à TC6 sur les autres routes.
- le béton de ciment de classe 5 en dalle épaisse sur couche drainante pour les trafics TC2 à TC5.

couche de fondation

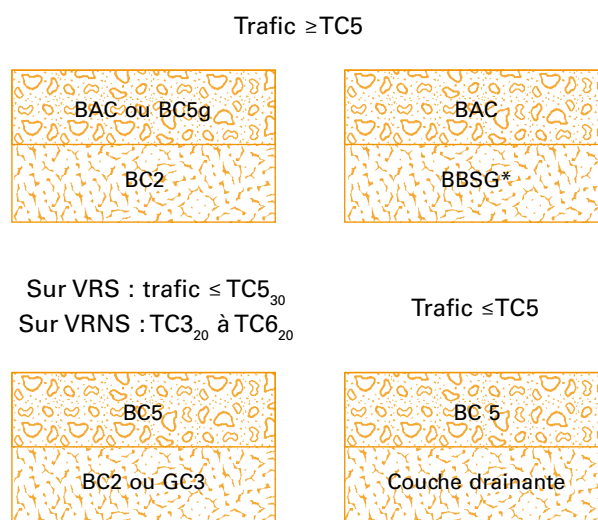
- le béton maigre de classe 2 (BC2),

- une couche de 5 cm en enrobés dans le cas du béton armé continu en couche de base-roulement lorsqu'il repose sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques de classe PF3 ou PF4,
- la grave-ciment de classe G3,
- une couche drainante en grave non traitée d'une dizaine de centimètres dans le cas d'une dalle épaisse.

• Structures de référence

Elles sont récapitulées ci-dessous (figure 5).

Figure 5 - Structures en béton de ciment de référence



* Reposant sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques de classe PF3 ou PF4

• Conditions aux interfaces

L'interface entre la couche de base-roulement en béton de ciment et la couche de fondation est décollée.

2.5 Les structures souples

Elles ne sont pas autorisées sur les voies du réseau structurant ni pour des trafics supérieurs ou égaux à TC6₂₀.

• Matériaux utilisés

couche de base

- grave-bitume de classe 3 (GB3)
- grave non traitée (GNT) de type B2 (B2C2 ou B2C1) uniquement dans le cas où le trafic est inférieur ou égal à TC3₂₀.

couche de fondation

- grave non traitée (GNT) de type B2 (B2C2 ou B2C1)

Il n'a pas paru souhaitable de faire figurer explicitement dans une fiche de structure pour le réseau national les graves non traitées de type A (graves non reconstituées ni humidifiées en centrale) ou de type B1. La qualité de

ces matériaux est hétérogène ce qui peut conduire à un mauvais comportement de la chaussée.

- **Structures de référence**

Elles sont récapitulées ci-contre (figure 6).

- **Conditions aux interfaces**

Toutes les couches sont considérées comme collées.

2.6 Les structures inverses

Elles ne sont autorisées que sur une classe de plate-forme PF3 ou PF4 constituée d'une couche de forme traitée aux liants hydrauliques.

Elles sont par ailleurs limitées aux trafics inférieurs ou égaux à $TC5_{30}$ sur les voies du réseau structurant et aux trafics inférieurs ou égaux à $TC6_{20}$ sur les voies du réseau non structurant.

- **Matériaux utilisés**

Les matériaux suivants sont retenus :

- . grave-bitume de classe 3 (GB3) en couche de base
- . grave non traitée (GNT) de type B2 et de classe de performance C1.

- **Structure de référence**

Elle est présentée ci-contre (figure 7).

- **Conditions aux interfaces**

Les couches bitumineuses sont considérées comme collées entre elles et sur la GNT. Celle-ci est considérée comme décollée sur la plate-forme PF3 ou PF4 traitée.

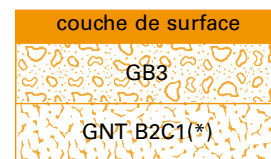
Figure 6 - Structures souples de référence



(*) Cette structure n'a pas été envisagée sur des plates-formes PF4.

Figure 7 - Structure inverse de référence

Sur VRS : Trafic $\leq TC5_{30}$
Sur VRNS : Trafic $\leq TC6_{20}$



(*) sur une plate-forme PF3 ou PF4 traitée aux liants hydrauliques.

3 DÉTERMINATION DES ÉPAISSEURS NOMINALES D'ASSISE AU BORD DROIT

3.1 Epaisseurs nominales, minimales et maximales de mise en oeuvre des matériaux d'assise

Les épaisseurs nominales d'assise au bord droit, notées HND, qui figurent dans les fiches de structure, sont définies au bord droit de la voie la plus chargée. Elles doivent respecter des contraintes technologiques minimales et maximales en vue d'assurer la traficabilité en cours de chantier, de garantir un bon compactage, ou d'obtenir un uni satisfaisant.

Le tableau 3 récapitule ces épaisseurs pour les matériaux d'assise.

Lorsque l'épaisseur nominale est proche du mini ou du maxi, les dispersions d'épaisseur à la mise en oeuvre peuvent conduire à une épaisseur réelle en place s'écartant ponctuellement de la fourchette.

3.2 Epaisseurs des couches d'assise dans les structures

Les couches d'assise respectent les épaisseurs minimales et maximales ci-dessous. En outre, des règles de répartition des épaisseurs entre couche de base et couche de fondation, particulières à chaque type de structure, ont été définies.

a. Structures bitumineuses épaisses

Dans le cas où l'assise comprend deux couches, l'épaisseur de la couche de fondation est égale ou supérieure d'un centimètre à l'épaisseur de la couche de base.

Dans le cas où l'assise comprend trois couches, l'épaisseur de la couche la plus profonde est égale ou supérieure d'un centimètre à l'épaisseur de la couche intermédiaire, elle-même égale ou supérieure d'un centimètre à celle de la couche susjacente.

Pour les enrobés à module élevé en couche de fondation, une épaisseur minimale a été fixée en fonction de la classe de la plate-forme :

10 cm sur des PF2

9 cm sur des PF3

8 cm sur des PF4

Pour des raisons d'uni longitudinal, l'épaisseur maximale d'une couche d'EME (enrobé à module élevé) a été fixée à 13 cm.

b. Structures GH/GH ou GH/SH3

Les épaisseurs des couches de base et de fondation respectent les règles suivantes:

1. En couche de fondation, l'épaisseur minimale de matériau traité aux liants hydrauliques a été fixée en fonction de la qualité de la plate-forme :

20 cm sur des PF2

18 cm sur des PF3

15 cm sur des PF4

2. $e_{\text{fondation}} \leq e_{\text{base}} \leq e_{\text{fondation}} + 5$ (en cm)

Cette règle a été définie, en tenant compte des dispersions d'épaisseur et de la qualité du support, de sorte que :

- la couche de fondation puisse supporter le trafic de chantier,

- la couche de base puisse supporter les efforts de traction qu'elle subit lorsque l'interface entre la couche de base et la couche de fondation est considérée comme décollée ou partiellement décollée.

3. Enfin, les structures monocouches ne sont pas acceptées :

- pour des trafics supérieurs à TC5, sur des plates-formes de classe PF3 et PF4,

- pour des trafics supérieurs à TC4, sur une plate-forme de classe PF2.

4. En cas de conflit, la règle 1. est prépondérante.

Tableau 3 : Epaisseurs nominales minimales et maximales de mise en oeuvre des matériaux d'assise (cm) au bord droit de la chaussée, notées HND

	GB		EME			GH 0/20	SH	GNT		BAC BC5g	BC5	BC2
	0/14	0/20	0/10	0/14	0/20			0/14*	0/20			
mini	8	10	6	7	10	***	***	10	15	14	15	12
maxi	12	15	10	12	13	32**	45**	32**	35**	30	40	40

* pour couche de réglage

** ces épaisseurs nécessitent un atelier de compactage adapté.

*** épaisseur minimale au bord droit:

. 15 cm en couche de base, ou en couche de fondation sur PF4

. 18 cm en couche de fondation sur PF3

. 20 cm en couche de fondation sur PF2

c. Structures GH/SH2

Les épaisseurs de couche de base (GH) et de fondation (SH2) respectent les relations suivantes :

1. $e_{\text{base}} \leq e_{\text{fondation}} \leq e_{\text{base}} + 10$ (en cm)

Les sables traités, lorsque les ressources locales permettent de les utiliser, sont en effet généralement moins onéreux que les graves traitées et peuvent se mettre en place en forte épaisseur plus facilement que celles-ci.

2. De plus, en couche de fondation, l'épaisseur minimale de sable hydraulique a été fixée en fonction de la qualité de la plate-forme :

20 cm sur des PF2

18 cm sur des PF3

15 cm sur des PF4

d. Structures SH3

Ces structures sont des monocouches mises en oeuvre sous des trafics strictement inférieurs à TC5.

e. Structures mixtes

Les épaisseurs des couches de base et de fondation ont été calculées en respectant un rapport épaisseur de matériaux bitumineux sur épaisseur totale égal à 0,5.

De plus, l'épaisseur minimale totale de matériaux bitumineux est fixée à 18 cm pour assurer la protection thermique de la couche de fondation traitée.

f. Structures en béton

Les épaisseurs de la dalle en béton des structures BAC (ou BC5g ou BC5)/BC2 et BC5/GC3 ont été calculées en retenant pour la fondation des épaisseurs de 20, 18, 15 ou 12 cm.

g. Structures souples

La couche de fondation en GNT des structures GB/GNT a été fixée à 35 cm sur PF2 et à 20 cm sur PF3. Ces structures n'ont pas été envisagées sur des plates-formes PF4. Les épaisseurs des structures GNT/GNT ont été arrondies à 5 cm près.

h. Structures inverses

La couche de grave non traitée interposée entre la couche de base en grave-bitume et la couche de forme-fondation (plate-forme PF3 ou PF4) a été fixée à 12 cm.

3.3 Ajustement des structures

Pour une catégorie de routes, un type de structure, et un couple Trafic/Plate-forme donnés, le calcul peut conduire, après prise en compte des contraintes d'épaisseur exposées ci-dessus, à plusieurs couples possibles d'épaisseur base/fondation. La solution présentée dans le catalogue tient compte de la volonté d'obtenir un étagement régulier des structures en fonction de la classe de trafic et de la classe de plate-forme.

3.4 Couches de surface

La couche de surface, notée CS, qui figure sur les fiches de structures comprend la couche de roulement et éventuellement une ou deux couches de liaison.

Sur les voies du réseau structurant, ainsi que sur les voies du réseau non structurant lorsque le trafic est supérieur à TC5₂₀, on impose la dissociation des fonctions des couches de roulement et de liaison :

- la couche de roulement a pour fonction d'offrir des caractéristiques d'usage (confort, adhérence, bruit,...) conformes aux objectifs recherchés,
- la (ou les) couche(s) de liaison protège(nt) l'assise des agressions directes du trafic et des agents atmosphériques.

Cette disposition est également conseillée pour la classe de trafic TC5₂₀. Elle conduit à limiter l'épaisseur de la couche de roulement à 4 cm maximum.

Lorsque les conditions locales le permettent (ressources disponibles, approvisionnement de fractions granulaires différentes, gestion des stocks,...), on limite ainsi le recours à des granulats d'excellente qualité à la seule couche de roulement, en faible épaisseur. A contrario, la couche de liaison peut être réalisée avec des exigences moindres sur les granulats, dont la disponibilité est plus grande et le coût moins élevé.

Le tableau suivant récapitule les épaisseurs totales équivalentes d'enrobé retenues suivant la structure et la classe de trafic. Ces épaisseurs ont été déterminées en vue d'assurer le dimensionnement de la chaussée et la protection des matériaux d'assise.

Tableau 4 - Epaisseur totale équivalente d'enrobé

	TC7, TC8	TC6	TC5	TC4, TC3	TC2
GB/GB, structures mixtes	8 cm	8 cm	8 cm	6 cm	6 cm
EME/EME	8 cm	8 cm	2,5 cm	2,5 cm	sans objet
GH/GH, GH/SH	14 cm	10 cm	8 cm	6 cm	6 cm
SH	sans objet	sans objet	sans objet	8 cm	6 cm
GB/GNT	sans objet	sans objet	8 cm	6 cm	4 cm

4 DONNÉES D'ENTRÉE DU DIMENSIONNEMENT

Dans ce paragraphe sont examinés successivement les paramètres de base du dimensionnement :

- durée de dimensionnement initiale de la chaussée et risque de calcul
- données climatiques
- trafic
- plate-forme support de chaussée
- caractéristiques mécaniques des matériaux prises en compte

4.1 Durée de dimensionnement initiale de la chaussée et risque de calcul

Les paramètres de base du dimensionnement traduisent la stratégie d'investissement retenue, qui correspond à un risque de défaillance structurelle faible ou modéré à une échéance lointaine. On introduit ainsi les notions de risque de calcul et de durée de dimensionnement initiale de la chaussée, définies comme suit dans le **Guide de Conception et Dimensionnement des Structures de chaussées** [2] :

Un risque de calcul de x % sur une durée de dimensionnement initiale de la chaussée de p années, c'est la probabilité pour qu'apparaissent au cours de ces p années des désordres qui impliqueraient des travaux de renforcement assimilables à une reconstruction de la chaussée, en l'absence de toute intervention d'entretien structurel.

Les valeurs des durées de dimensionnement initiales et des risques de calcul retenues dans ce catalogue sont données dans le tableau 5 ci-après. Elles traduisent les objectifs de qualité et de service à l'usage du maître d'ouvrage.

La durée de dimensionnement initiale de trente ans retenue sur les voies du réseau structurant, associée au faible niveau de risque adopté sous trafic élevé, permet de garantir pour les routes à caractéristiques autoroutières (ou ayant vocation à le devenir) une gêne minimale

occasionnée par des travaux d'entretien se limitant au renouvellement de la couche de surface. Elle permet également de réduire le nombre de travaux annexes (rechargement des accotements, relèvement des dispositifs de sécurité, ...) sur les dépendances.

Comme dans le catalogue 1977, les risques de calcul sont différenciés selon le type de structure et le trafic.

La différenciation selon le type de structure résulte d'un comportement différent en fatigue tant en valeur moyenne qu'en dispersion, et de la différence de dimensionnement des rechargements à réaliser (pour l'entretien structurel) sur les structures traitées aux liants hydrauliques et sur les structures bitumineuses.

La différenciation du risque selon le trafic est également maintenue dans son principe. Cette option du Catalogue 1977 avait été retenue en considérant qu'il convenait de limiter le nombre des interventions d'entretien sur les trafics les plus forts pour minimiser la gêne à l'usager. Cette considération est cependant nuancée par la nécessité de procéder, quelque soit le trafic, à un entretien périodique de surface, par suite du vieillissement de la couche de roulement. La différenciation du risque selon le trafic permet de ce fait un étalement satisfaisant des épaisseurs de structures entre les classes de trafic, ainsi qu'une modulation des épaisseurs d'entretien reflétée par la pratique des gestionnaires.

L'observation de l'état des chaussées en particulier à l'aide de l'opération IQRN (Image Qualité du Réseau National), a montré globalement une bonne cohérence avec celui que fournirait le modèle d'endommagement. Il est donc apparu qu'il n'y avait pas lieu de modifier les valeurs des risques de calcul antérieurement retenues, à l'exception de celles relatives :

- aux chaussées bitumineuses sous trafic TC3 et TC4
- aux chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques sous trafic TC3,

Tableau 5 - Valeur des paramètres de calcul

Classe de trafic		TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8
Durée de dimensionnement initiale	VRS	30 ans						
	VRNS	20 ans						
Risque (%)	Chaussées souples et bitumineuses	30	18	10	5	2	1	1
	Assises traitées et chaussées béton	12,5	10	7,5	5	2,5	1	1
	Fondation des structures mixtes	50	35	20	10	3	2	1

dont le comportement en fissuration a été jugé insuffisant.

4.2 Données climatiques

L'état hydrique du sol est pris en compte à travers la portance de la partie supérieure des terrassements (PST).

Les cycles saisonniers de température qui influent sur les caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux sont pris en compte à travers une température équivalente. La valeur retenue pour cette température équivalente est 15° C en France métropolitaine. Elle est identique à celle retenue dans le précédent catalogue.

Les indices de gel de référence, fixés par les instructions en vigueur, ont été calculés conformément à la norme NF P 98-080-1 (annexe A normative).

Les hypothèses de calcul et la modélisation des chaussées pour la vérification au gel-dégel sont conformes aux indications du Guide de conception et de dimensionnement [2]. La protection thermique apportée par les couches de chaussée a été calculée à l'aide du code de calcul GEL1D du LCPC [3].

4.3 Trafic

a. Définition du poids lourd

Dans le Catalogue 1977, un poids lourd était un véhicule de plus de 50 kN de charge utile, ce qui, d'après les silhouettes du parc de poids lourds français, correspond à un poids total autorisé en charge de plus de 90 kN.

Dans ce nouveau catalogue la définition a changé. Conformément à la norme NF P 98-082, les poids lourds sont les véhicules de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge (PTAC). Il convient donc de bien distinguer les données de trafic exprimées suivant l'ancienne définition et suivant celle de la norme.

Les données de comptage diffusées par le SETRA depuis 1990 sont relatives à des relevés visuels de silhouettes de véhicules utilitaires de plus de deux essieux, ou à deux essieux dont l'essieu arrière comporte des roues jumelées. Ces véhicules sont assimilés à des poids lourds de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge (cf. NF P 98-082 annexe D informative).

Si l'ingénieur en charge du projet ne dispose que de données exprimées en véhicules de plus de 50 kN de charge utile, il peut les transformer en nombre de véhicules de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge en utilisant la relation suivante, valable uniquement en rase campagne :

$$\text{NPTAC} = 1,25 \times \text{NCU}$$

NPTAC : nombre de véhicules de poids total autorisé en

charge supérieur à 35 kN

NCU : nombre de véhicules de charge utile supérieure à 50 kN.

Cette relation exprime qu'en moyenne 80 % des véhicules de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge ont une charge utile supérieure à 50 kN. Ce pourcentage est plus élevé sur autoroute, où il y a moins de petits camions, et plus faible sur route secondaire.

b. Classes de trafic cumulé dans les fiches de structures

Pour utiliser les fiches de structures de ce catalogue la donnée d'entrée "trafic" à prendre en compte est, comme l'indique la notice d'utilisation, le nombre de poids lourds cumulé pendant la durée initiale de dimensionnement de la chaussée sur la voie la plus chargée.

Deux séries de classes de trafic cumulé ont donc été définies :

- une pour les voies du réseau structurant, durée de dimensionnement initiale 30 ans, notée TCi_{30}
- une pour les voies du réseau non structurant, durée de dimensionnement initiale 20 ans, notée TCi_{20}

Entre 1995 et 1996, quand les calculs des structures ont été réalisés, les hypothèses de croissance du trafic poids lourds retenues ont été les suivantes :

- Pour les voies du réseau structurant : taux de croissance linéaire annuelle 5 % du trafic de l'année de mise en service.
- Pour les voies du réseau non structurant : taux de croissance linéaire annuelle de 2 % du trafic de l'année de mise en service.

En réalité, le paramètre lié au trafic qui intervient dans le dimensionnement d'une structure est le nombre d'essieux équivalents de 130kN, noté NE. Il se calcule à l'aide de l'expression suivante :

$$\text{NE} = \text{TCi}_{20 \text{ ou } 30} \times \text{CAM}$$

où CAM : coefficient d'agressivité structurelle moyenne d'un poids lourd.

Les valeurs retenues pour le coefficient d'agressivité moyenne sont données dans le tableau 6. Elles résultent, après arrondi, du dépouillement des données recueillies par les stations d'analyse du trafic lourd (SATL). Cependant, pour les voies rapides urbaines (VRU), les autoroutes non concédées (ARNC) et les liaisons assurant la continuité du réseau autoroutier (LACRA), en l'absence de données en nombre suffisant, on a conservé les valeurs antérieurement utilisées.

Les agressivités sur les RN ont été obtenues sur l'ensemble des poids lourds de PTAC > 35 kN, ce qui explique en partie les différences importantes par rapport aux

valeurs antérieurement retenues. L'évolution importante du parc de silhouettes depuis 20 ans, et en particulier l'augmentation du nombre de tridems, est également un facteur explicatif.

Ce tableau traduit la différence de composition du parc en circulation en fonction de la nature de la route et du type de trafic écoulé (fonction de transit, d'échange, ou de desserte locale). On rencontre par exemple beaucoup plus de petits camions à deux essieux, et beaucoup moins de semi-remorques de 40 kN, sur les routes nationales à faible trafic que sur les autoroutes.

Les moyens de connaissance de la composition du trafic lourd (SATL et SIREDO) permettent de calculer l'agressivité moyenne des poids lourds conformément à la norme NF P 98-082. Si les études préalables de trafic ne prévoient pas d'évolution notable de la fonction de la route projetée (trafic intérieur, trafic d'échanges, ou transit international) par rapport à la situation antérieure, il n'y a pas lieu de procéder à ce calcul, et l'on retient les valeurs d'agressivité figurant dans le tableau 6.

Dans le cas contraire, il convient de se rapprocher de la Division Exploitation Sécurité (DES) du CETE pour estimer la composition de l'histogramme de charges d'essieux, à partir de laquelle on calcule l'agressivité moyenne prévisible.

Le tableau 7 indique pour chaque classe de trafic cumulé, pour chaque catégorie de voie et chaque type de structure le nombre d'essieux équivalents qui a été utilisé dans le dimensionnement des structures du catalogue ainsi que le trafic à la mise en service retenu.

Tableau 6 - Coefficient d'agressivité structurelle moyenne (CAM)

Type de structure	Catégories de voies	
	VRS	VRNS
Bitumineuses épaisses*	0,8	0,5
GNT/GNT	sans objet	1
Mixtes	1,2	0,75
Semi-rigides et béton	1,3	0,8

* et GB3/GNT et inverses.

Le tableau 8 donne les bornes supérieures des classes de trafic cumulé pour les deux types de voies exprimées en nombre d'essieux équivalents pour chaque type de structures.

Lorsque l'agressivité du trafic est supérieure à celle indiquée dans le tableau 6, l'ingénieur est conduit à calculer le nombre d'essieux équivalents avec ses hypothèses d'agressivité et de comparer le nombre obtenu aux valeurs données dans le tableau 8. Il en déduira la classe de trafic cumulé à retenir pour le dimensionnement de sa structure.

Tableau 7 - Nombre d'essieux équivalents utilisé dans le dimensionnement des structures du catalogue (en millions)

Trafic à la mise en service (PL/jour/sens)		35	85	200	500	1200	3000	7000
VRS	Classe de trafic cumulé	TC2 ₃₀	TC3 ₃₀	TC4 ₃₀	TC5 ₃₀	TC6 ₃₀	TC7 ₃₀	TC8 ₃₀
	Bitumineuses épaisses	0,5	1,3	3	7,5	18	45	106
	Semi-rigides, béton	0,8	2	5	12	29	73	171
	Mixtes	0,8	2	4,5	11	27	68	158
VRNS	Classe de trafic cumulé	TC2 ₂₀	TC3 ₂₀	TC4 ₂₀	TC5 ₂₀	TC6 ₂₀	TC7 ₂₀	TC8 ₂₀
	Bitumineuses épaisses	0,1	0,3	0,8	2	5	13	30
	Semi-rigides, béton	0,2	0,6	1,4	3,5	8,3	20	48
	Mixtes	0,2	0,5	1,3	3,2	7,8	19	45
	Souples	0,3	0,7	1,7	4,3	10,4	26	60

Tableau 8 - Bornes supérieures des classes de trafic cumulé exprimées en millions d'essieux équivalents

Classes de trafic cumulé VRS	TC1 ₃₀	TC2 ₃₀	TC3 ₃₀	TC4 ₃₀	TC5 ₃₀	TC6 ₃₀	TC7 ₃₀
Bitumineuses épaisses et inverses	sans objet	0,7	2,2	4,5	11,3	30	75
Semi-rigides, béton	sans objet	1,2	3,6	7,3	18,4	49	122
Mixtes	sans objet	1,1	3,4	6,8	17	45	113
Classes de trafic cumulé VRNS	TC1 ₂₀	TC2 ₂₀	TC3 ₂₀	TC4 ₂₀	TC5 ₂₀	TC6 ₂₀	TC7 ₂₀
Bitumineuses épaisses et inverses*	0,1	0,2	0,6	1,3	3,2	8,6	21
Semi-rigides, béton	0,1	0,3	1	2	5,2	13,8	34
Mixtes	0,1	0,3	0,9	1,9	4,8	13	32
GNT/GNT	0,2	0,5	1,5	2,5	6,5	17,5	43,5

* et GB/GNT

4.4 Plate-forme support de chaussée

a. Caractéristiques mécaniques

La plate-forme support de chaussée est assimilée à un massif semi-infini élastique homogène et isotrope de caractéristiques suivantes :

- coefficient de Poisson : 0,35
- module d'Young selon le tableau 9.

Tableau 9 - Classe de portance de la plate-forme support de chaussée

Classe de portance	PF1	PF2	PF3	PF4
Module (MPa)	20	50	120	200

Pour le calcul, on affecte au module une valeur correspondant à la **limite inférieure** de la classe de plate-forme.

b. Classes de plate-forme retenues

Les résultats d'observation du comportement des chaussées ont montré une forte relation entre le niveau de qualité de la plate-forme support de chaussée et le bon comportement des chaussées. Ces résultats conduisent :

- d'une part à ne plus retenir la réalisation de plates-formes PF1, dont le niveau de portance à long terme est trop faible pour garantir une bonne tenue des chaussées,
- d'autre part, à moduler le niveau de portance minimal à obtenir à long terme en fonction du trafic, de la catégorie de la voie et du site (urbain ou périurbain, et rase campagne).

La gêne à l'utilisateur occasionnée par des travaux de réfection sera ainsi réduite sur les routes les plus importantes et en particulier sur les VRU. En outre, les déformations

du support de chaussée se répercutant à terme en surface, la pérennité du niveau initial de confort sera plus grande sur ces voies.

c. Vérification du dimensionnement de la chaussée vis-à-vis de la déformation verticale sur la plate-forme

La déformation verticale ε_z est limitée à une valeur $\varepsilon_{z,ad}$ donnée par la relation suivante :

$$\varepsilon_{z,ad} = 0,012 \text{ NE}^{-0,222}$$

Le Guide de Conception et Dimensionnement [2] fournit deux relations en fonction du niveau de trafic. Sur le réseau national, on retient, par souci d'homogénéité du niveau de service, la relation correspondant aux trafics supérieurs ou égaux à T3.

Le nombre d'essieux équivalents permettant d'obtenir $\varepsilon_{z,ad}$ est calculé comme indiqué au 4.3.b, en prenant en compte les valeurs de coefficient d'agressivité moyenne (CAM) suivantes :

Tableau 10 - Valeurs du coefficient d'agressivité moyenne pour la justification de la tenue de plate-forme support de chaussée

Classe de trafic	TC2	TC3	≥ TC4
CAM	0,5	0,75	1

Ces valeurs, qui diffèrent de celles figurant au tableau 6, ne résultent pas comme ces dernières de l'exploitation des stations d'analyse du trafic lourd (SATL). Elles ont été retenues expérimentalement, à l'issue de constatations sur le comportement des chaussées.

4.5 Matériaux

a. Caractéristiques mécaniques

Les matériaux sont conformes aux normes en vigueur à ce jour et aux documents d'application [1, 4, 5].

Chaque matériau d'assise utilisé dans une fiche de structure est identifié par une classe de performances mécaniques telle que définie dans la norme correspondante.

Les tableaux 11 à 14 ci-après récapitulent les valeurs retenues pour le calcul de dimensionnement.

b. Caractéristiques thermiques

Pour le calcul de la protection thermique, les caractéristiques adoptées pour les matériaux sont reportées dans le tableau 15.

Tableau 11 - Matériaux bitumineux (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

	E en MPa (10°C; 10 Hz)	E en MPa (15°C; 10 Hz)	$\epsilon_6 \cdot 10^6$ (10°C; 25 Hz)	-1/b	SN	Sh (m)	k_c
BBSG*	7 200	5 400	100	5	0,25	**	1,1
GB2	12 300	9 300	80	5	0,3	**	1,3
GB3	12 300	9 300	90	5	0,3	**	1,3
EME2	17 000	14 000	130	5	0,25	**	1

* Les calculs des structures ont été effectués avec les couches de roulement et de liaison assimilées à un BBSG d'épaisseur égale à l'épaisseur totale d'enrobé (cf tableau 4).

** Sh (en mètre) dépend de l'épaisseur totale d'assise mise en oeuvre :

- . Sh = 0,01 m si $h < 0,10$ m
- . Sh = $0,01 + 0,3 \times (h - 0,1)$ si $0,1 \text{ m} \leq h \leq 0,15$ m
- . Sh = 0,025 m si $h > 0,15$ m

Tableau 12 - Matériaux traités aux liants hydrauliques (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,25)

Matériaux	E (MPa)	σ_6 (MPa)	-1/b	SN	Sh (m)	k_c	k_d
Grave-ciment ou Grave-liant routier ou Grave-cendres hydrauliques (classe G3)	23 000	0,75	15	1	0,03	1,4	1
Grave-ciment (classe G4)	25 000	1,2	15	1	0,03	1,4	*
Grave-laitier prébroyé (activant sulfatique ou calcique autre que chaux) (classe G2)	20 000	0,70	13,7	1	0,03	1,5	1
Grave laitier granulé ou grave laitier prébroyé (activant chaux) (classe G1)	15 000	0,5	12,5	1	0,03	1,5	1
Grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux (classe G3)	30 000	1,15	16	1	0,03	1,5	*
Sable-laitier	classe S2	8 500	0,43	10	0,025	1,5	1
	classe S3	12 500	0,65				
Sable-ciment ou liant spécial routier	classe S2	12 000	0,50	12	0,025	1,5	1
	classe S3	17 200	0,75				

* $k_d = 1$ si la mise en oeuvre est faite en deux couches avec réalisation d'un enduit de cure sur la première
 $k_d = 0,8$ dans les autres cas

Tableau 13 - Béton de ciment (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,25)

Matériaux		E (MPa)	σ_6 (MPa)	-1/b	SN	Sh (m)	k_c	k_d
BC non goudonné et non armé	BC classe 5	35 000	2,15	16	1	0,01	1,5	1/1,7
BC goudonné*	BC classe 5	35 000	2,15	16	1	0,01	1,5	1/1,47
BC armé en continu**	BC classe 5	35 000	2,15	16	1	0,01	1,5	1/1,47
Béton maigre	BC classe 2	24 000	1,63	15	1	0,03	1,5	1

* goudons conformes à la norme NF A 35-015

**armatures conformes à la norme NF A 35-316

Tableau 14 - Grave non traitée (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

Couche	Trafic	Catégorie*	E (MPa)	k	Emax** (MPa)
Base	$\leq TC3_{20}$	B2C1 B2C2	600 400		
Fondation subdivisée	sous GNT $\leq TC3_{20}$	B2C1 B2C2	E_{GNT} [sous-couche1] = k $E_{plate-forme support}$	3 2,5	600 400
en sous- couches de 0,25 m	sous GB3 $\leq TC5_{20}$	B2C1 B2C2	E_{GNT} [sous-couche i] = k E_{GNT} [sous-couche (i-1)]	3 2,5	360 360

* La GNT peut être classée en B2C1 si ses caractéristiques à l'essai TCR sont conformes aux valeurs indiquées dans la norme NF P 98.129.

** Les valeurs de Emax retenues en fondation tiennent compte, conformément au Guide de conception et dimensionnement [2], du type de structure souple autorisé (cf § 2.5. ci-avant) : GB/GNT pour les trafics $\leq TC5_{20}$, et GNT/GNT pour les trafics $\leq TC3_{20}$.

Tableau 15 - Caractéristiques adoptées pour les matériaux de chaussée et le sol lors du calcul de la propagation du front de gel dans une structure de chaussée

Désignation	γ (kg/m ³)	w (%)	λ_{ng} (W/m ² .°C)	λ_g (W/m ² .°C)
BB	2350	1	2,0	2,10
GB	2350	1	1,90	1,90
EME	2390	1	2,35	2,40
GL	2150	4	1,40	1,50
SL	1900	7	1,10	1,30
GC	2250	3	1,80	1,90
SC	1900	8	1,42	1,66
GCV	2250	5	1,90	2,10
Béton	2300	3	1,70	1,90
GNT	2200	4	1,80	2,00
Sol A	1300	32	1,1	1,8

γ : masse volumique apparente w : teneur en eau λ_{ng} : conductivité thermique du matériau non gelé
 λ_g : conductivité thermique du matériau gelé

5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Enrobés hydrocarbonés à chaud.
Guide d'application des normes pour le réseau routier national.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. 2 vol., 49+97p.
- [2] Conception et dimensionnement des structures de chaussée.
Guide technique.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. Pag. Multiple.
- [3] GEL 1 D
Modélisation monodimensionnel de la congélation de structures de chaussées multicouches (logiciel)
Paris : LCPC, septembre 1995.
- [4] Assises de chaussées en graves non traitées et matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques.
Guide d'application des normes pour le réseau routier national non concédé.
SETRA/LCPC (à paraître en 1998).
- [5] Chaussées en béton.
Guide technique.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, mai 1997. 134p.

[illegible]

Document publié par le SETRA

sous la référence D9828

Conception et réalisation

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Dessins

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Crédits photographiques

Direction des Routes, Eric Bénard

Flashage

DFG - Communication

Impression

GEORGES LANG - Boudin

Dépôt légal

3^{ème} trimestre 1998

Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

46, avenue Aristide Briand

B.P. 100

F-92225 Bagneux Cedex

Téléphone : 01 46 11 31 31

Télécopie : 01 46 11 31 69

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

L'édition 1998 du catalogue des structures se présente sous la forme de trois fascicules et de deux séries de fiches de structures, une série bleue pour les voies du réseau structurant et une série verte pour les voies du réseau non structurant.

Ce catalogue propose aux ingénieurs responsables de projets routiers plusieurs familles de structures de chaussées précalculées par la méthode française de dimensionnement.

L'objet du fascicule "**Hypothèses et données de calcul**" est d'explicitier et de motiver les choix qui ont été effectués pour conduire aux structures proposées. On trouvera ainsi dans ce document toutes les valeurs numériques et les hypothèses qui permettent de recalculer les structures.

Sa lecture n'est pas indispensable dans les cas les plus courants, il sera cependant nécessaire de le consulter dans le cas où l'agressivité du trafic est nettement supérieure à celle prise en compte dans le catalogue et lorsque vous ouvrirez votre consultation aux variantes d'entreprises.

CATALOGUE OF STANDARD STRUCTURES FOR NEW PAVEMENTS

The 1998 edition of the pavement structure catalogue is in three parts, with two series of structure sheets, a blue series for structural network roads and a green series for non-structural network roads.

This catalogue offers engineers in charge of road projects several families of pavement structures, pre-designed by the French designing method.

*The part "**Design Assumptions and Data**" aims to explain and motivate the choices that have led to the proposed structures. This document accordingly contains all numerical values and assumptions enabling structures to be re-calculated.*

It is not essential to read it in the most common cases. But it is necessary to consult it in cases where traffic is much more aggressive than that taken into account in the catalogue, and when you open your pre-contract negotiations to contractors' alternative proposals.

Ce document fait partie d'un ensemble constitué de 3 fascicules, 52 fiches et un boîtier qui ne peuvent être vendus séparément.

Ensemble disponible sous la référence **D9828**
au prix de **300 F.**

au bureau de vente du SETRA
46, avenue Aristide Briand
BP 100
F-92225 BAGNEUX CEDEX
téléphone 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55
télécopie 01 46 11 33 55

à l'IST-Diffusion – LCPC
58, boulevard Lefebvre
F-75732 PARIS CEDEX 15
téléphone 01 40 40 52 26
télécopie 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Annexes

Édition 1998



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Page laissée blanche intentionnellement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Annexes

Édition 1998

Document édité et diffusé par :



Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - F-92225 BAGNEUX CEDEX
Téléphone : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69



Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - F-75732 PARIS CEDEX 15
Téléphone : 01 40 43 52 26 - Télécopie : 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>

Ce catalogue des structures types de chaussées neuves a été rédigé par un groupe de travail constitué par des représentants du Réseau Technique du Ministère de l'Équipement et sa validation technique assurée par Messieurs Jean-François CORTÉ (LCPC) et Yves GUIDOUX (SETRA).

Le groupe de travail était constitué de :

- Antoine DE BOISSOUDY (LCPC) †
- Michel DAUZATS (LRPC d'Aix-en-Provence)
- Valérie GOYON (SETRA), secrétaire technique du groupe
- Rolf KOBISCH (LRPC de Saint-Brieuc)
- Cédric LEROUX (SETRA)
- Hugues ODEON (LCPC)
- David SANCHEZ (Stagiaire au SETRA)

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.

© 1998 - SETRA - LCPC

ISBN 2-11 085841 9

ISSN 1151-1516

SOMMAIRE

ANNEXES

1	BIBLIOGRAPHIE	5
2	GLOSSAIRE DE L'ENSEMBLE DES NOTATIONS	7
3	DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE PLATE-FORME	11
4	INDICES DE GEL DES HIVERS 1951-52 À 1996-97 DES PRINCIPALES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES (EN °C X JOURS)	17
5	DÉFINITION DES COUPES TRANSVERSALES	37
6	ESTIMATION DU COÛT GLOBAL D'UNE STRUCTURE, PAR APPLICATION DE LA CIRCULAIRE DR 89-46 DU 8 AOÛT 1989	41

1 BIBLIOGRAPHIE

Normes

NF P 11-300	Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières. Septembre 92.
NF P 98-115	Assises de chaussée - Exécution des corps de chaussée : Constituants, composition des mélanges et formulation - Exécution et contrôle. Janvier 92.
NF P 98-150	Enrobés hydrocarbonés - Exécution des corps de chaussée - Couches de roulement et de liaison - Constituants, composition des mélanges, exécution et contrôle. Décembre 92.
NF P 98-170	Chaussées en béton de ciment - Exécution et contrôle. Avril 92.
NF P 98-113	Assises de chaussée - Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques - Définitions, composition, classification. Décembre 92.
NF P 98-116	Assises de chaussée - Graves-ciment - Définitions, composition, classification. Juillet 91
NF P 98-117	Assises de chaussée - Graves pouzzolanes-chaux - Définitions, composition, classification. Juillet 91.
NF P 98-118	Assises de chaussée - Graves-laitier - Définitions, composition, classification. Juillet 91.
NF P 98-119	Assises de chaussée - Graves-cendres volantes-chaux - Définitions, composition, classification. Juillet 91.
NF P 98-120	Assises de chaussée - Graves-cendres hydrauliques - Définitions, composition, classification. Mars 92.
NF P 98-122	Assises de chaussée - Graves-liant spécial routier - Définitions, composition, classification. Novembre 91.
NF P 98-123	Assises de chaussée - Graves-laitier-cendres volantes-chaux - Définitions, composition, classification. Novembre 92.
NF P 98-124	Assises de chaussée - Graves-cendres volantes-chaux-gypse - Définitions, composition, classification. Mars 92.
NF P 98-128	Assises de chaussée - Bétons compactés routiers et graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques à hautes performances - Définitions, composition, classification. Novembre 91.
NF P 98-129	Assises de chaussée - Graves non traitées - Définitions, composition, classification. Novembre 94.
NF P 98-130	Enrobés hydrocarbonés - Couche de liaison et de roulement - Bétons bitumineux semi-grenus - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Décembre 91.
NF P 98-132	Enrobés hydrocarbonés - Bétons bitumineux minces - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Juillet 94.
NF P 98-134	Enrobés hydrocarbonés - Bétons bitumineux drainants - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Décembre 91.
NF P 98-136	Enrobés hydrocarbonés - Bétons bitumineux pour couche de surface de chaussées souples à faible trafic - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Décembre 91.
NF P 98-137	Enrobés hydrocarbonés - Bétons bitumineux très minces - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Mai 92.
NF P 98-138	Enrobés hydrocarbonés - Graves-bitume - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Octobre 92.
NF P 98-140	Enrobés hydrocarbonés - Enrobés à module élevé - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Octobre 92.
NF P 98-141	Enrobés hydrocarbonés - Bétons bitumineux à module élevé - Définitions, classification, caractéristiques, fabrication, mise en oeuvre. Novembre 93.

Guides techniques et textes règlementaires

Dimensionnement des chaussées

Catalogue 1977 des structures types de chaussées neuves. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1977. Pag. multiple

Chaussées neuves à faible trafic. Manuel de conception. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, juillet 1981. 43p.

Catalogue 1977 des structures types de chaussées neuves. Actualisation 1988. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, 1993. Pag. multiple

Conception et dimensionnement des structures de chaussée. Guide technique. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. Pag. multiple

Conception des projets routiers

Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL). Bagneux : SETRA, 1985. 53p.

CETE de l'Ouest. Etablissement des coupes transversales de chaussées. Guide technique. Bagneux : SETRA, Paris : LCPC, avril 1988. 94p.

Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines (ICTAVRU). Lyon : CERTU, 1990. 365p.

Aménagement des routes principales (ARP). Guide technique. Bagneux : SETRA, août 1994. 143p.

Recommandation pour l'assainissement routier. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, 1982. 66p.

Circulaire 89-46 du 8 Août 1989 relative à la mise en concurrence des techniques de construction et de renforcement des chaussées.

Catalogue des types de routes en milieu interurbain. Circulaire du 9 décembre 1991. Bagneux : SETRA, décembre 1991.

Terrassements

Réalisation des remblais et des couches de forme. Guide technique. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, septembre 1992. 2 vol., 98+102p.

Traitement des sols à la chaux, aux liants hydrauliques et pouzzolaniques. Guide technique. SETRA/LCPC (à paraître).

Marchés publics de travaux. Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 2. Terrassements généraux et son CCTP type annexé (en révision).

Techniques de chaussées

Enrobés hydrocarbonés à chaud. Guide d'application des normes pour le réseau routier national. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. 2 vol., 49+97p.

Assises de chaussées en graves non traitées et matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques. Guide d'application des normes pour le réseau routier national non concédé. SETRA/LCPC (à paraître en 1998).

Chaussées en béton. Guide technique. Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, mai 1997. 134p.

Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 27. Fabrication et mise en oeuvre des enrobés hydrocarbonés.

Cahier des clauses techniques générales. Fascicule 25. Fabrication et mise en oeuvre des assises de chaussées.

Logiciels

ALIZE. Calcul des déflexions de surface, des contraintes et des déformations des structures de chaussée [logiciel]. Paris : LCPC, août 1993.

ECOROUTE 4. Dimensionnement des structures de chaussées [logiciel]. Paris : Presses de l'ENPC.

GEL 1D. Modélisation monodimensionnel de la congélation de structures de chaussées multicouches [logiciel]. Paris : LCPC, septembre 1995.

2 GLOSSAIRE DE L'ENSEMBLE DES NOTATIONS

Les notations et abréviations sont regroupées par thème :

- matériaux
- catégories de voies
- trafic
- paramètres de dimensionnement
- support de chaussée
- tenue au gel/dégel
- coupe transversale
- autres
- organismes

• Matériaux

BAC	béton armé continu
BB	béton bitumineux
BBDr	béton bitumineux drainant
BBM	béton bitumineux mince
BBMa	béton bitumineux mince de classe a
BBME	béton bitumineux à module élevé
BBS	béton bitumineux pour chaussée souple à faible trafic
BBSG	béton bitumineux semi-grenu
BBTM	béton bitumineux très mince
BCi	béton de ciment de classe i
BCig	béton de ciment goudonné de classe i
CD	couche drainante
CS	couche de surface
CV	cendres volantes
EMeI	enrobé à module élevé de classe i
GBi	grave-bitume de classe i
GCH	grave-cendre hydraulique
GCI	grave-ciment de classe i
GCV	grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux
GH	grave traitée aux liants hydrauliques
Gi et Si	classes des matériaux
GLg	grave-laitier granulé
GLp	grave-laitier préboyé
GLR	grave traitée aux liants routiers
GNT (BiCj)	grave non traitée (de type Bi et de classe mécanique Cj)
LTCC	limon traité à la chaux-ciment
MTLH	matériaux traités aux liants hydrauliques
SCi	sable traité au ciment de classe i
SH	sables traités aux liants hydrauliques
SLi (ou SLp)	sable traité au laitier (préboyé) de classe i

• Catégories de voies

ARNC	autoroute non concédée
LACRA	liaison assurant la continuité du réseau autoroutier
RN	route nationale
VRNS	voie du réseau non structurant
VRS	voie du réseau structurant
VRU	voie rapide urbaine

• Trafic

C	coefficient de cumul
CAM	coefficient d'agressivité structurelle moyenne d'un poids lourd par rapport à l'essieu de référence
d	durée de dimensionnement initiale de la chaussée
MJA	moyenne journalière annuelle
NCU	nombre de véhicules de charge utile supérieure à 50 kN
NE	nombre d'essieux équivalents
NPTAC	nombre de véhicules de PTAC supérieur à 35 kN
PL	poids lourd (véhicule de plus de 35 kN de PTAC)
PTAC	poids total autorisé en charge
t	taux de croissance linéaire annuelle du trafic lourd (%)
SATL	station d'analyse du trafic lourd
SIREDO	système informatisé de recueil des données
T_{1998}	trafic poids lourds MJA en 1998 sur la voie la plus chargée
TCi_{20}	i ^{ème} classe de trafic cumulé sur 20 ans
TCi_{30}	i ^{ème} classe de trafic cumulé sur 30 ans
VRNS	voie du réseau non structurant
VRS	voie du réseau structurant

• Paramètres de dimensionnement

ν	coefficient de Poisson
γ	masse volumique apparente (kg/m ³)
σ_6	contrainte pour laquelle la rupture par traction en flexion sur éprouvette de 360 jours est obtenue pour 10 ⁶ cycles (MPa)
ϵ_6 (10°C, 25 Hz)	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
λ_g	conductivité thermique du matériau gelé (W/m ² .°C)
λ_{ng}	conductivité thermique du matériau non gelé (W/m ² .°C)
ϵ_z	déformation verticale maximale
$\epsilon_{z, adm}$	déformation verticale admissible en compression
b	pente de fatigue du matériau exprimée sous forme d'une loi bi-logarithmique
E	module d'Young (MPa)
k_c	coefficient de calage

k_d	coefficient tenant compte des discontinuités des structures de chaussées rigides et de l'incidence des gradients thermiques pour les chaussées en béton
k_r	coefficient ajustant la valeur de déformation ou de contrainte admissible en fonction du risque de calcul et des facteurs de dispersion
k_s	coefficient de prise en compte d'hétérogénéités locales de portance de la couche non liée sous-jacente
r	risque de calcul (%)
Sh	écart-type sur l'épaisseur de la couche de matériau mise en oeuvre (m)
SN	écart-type sur le logarithme du nombre de cycles entraînant la rupture par fatigue
w	teneur en eau (%)

• Support de chaussée

A, B, C, D, R, F	classes des sols et matériaux rocheux (cf. Guide technique «Réalisation des remblais et des couches de forme»)
AR	arase de terrassement
ARi	classe de portance à long terme de l'arase de terrassement
EV_2	module à la plaque au second cycle de chargement
I_p	indice de plasticité (%)
PFi	classe de portance à long terme de la plate-forme support de chaussée
PST	partie supérieure des terrassements
R_t	résistance à la traction directe (MPa)
VBS	valeur de bleu de méthylène d'un sol (g de bleu pour 100g de sol)

• Tenue au gel/dégel

A_n	coefficient dépendant de la nature du matériau de couche de forme ($\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jours})} / \text{cm}$)
HE	hiver exceptionnel
h_n	épaisseur de matériaux non gélifs de la plate-forme (cm)
h_p	épaisseur de matériaux peu gélifs de la plate-forme (cm)
HRNE	hiver rigoureux non exceptionnel
IA	indice de gel admissible de la chaussée ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{jours}$)
IR	indice de gel atmosphérique de référence ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{jours}$)
p	pente obtenue à l'essai de gonflement ($\text{mm} / \sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{heure})}$)
QB	quantité de gel admissible à la base de la chaussée ($\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jours})}$)
Q_g	quantité de gel admissible en surface des matériaux gélifs ($\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jours})}$)
Q_{ng}	protection thermique apportée par les matériaux non gélifs de la plate-forme ($\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jours})}$)
SG	classe de sensibilité au gel : - SGn : matériau non gélif - SGp : matériau peu gélif - SGt : matériau très gélif

• Coupe transversale

ΔH	variation transversale d'épaisseur des couches d'assise
BAU	bande d'arrêt d'urgence
BD	bande dérasée (BDG : bande dérasée de gauche, BDD : bande dérasée de droite)
BM	bande médiane
CS	couche de surface
HND	épaisseur nominale au bord droit
HNG	épaisseur nominale au bord gauche
m	marquage de rive
S	surlargeur structurelle de chaussée portant le marquage de rive (m)
TPC	terre plein central

• Autres notations

LR	ligne rouge
PI	passage inférieur
PS	passage supérieur
e_b	épaisseur totale de la solution de base
e_v	variante d'épaisseur
a	taux d'actualisation
Ca_n	coefficient d'actualisation
D_n	dépense d'entretien à l'année n
CF	scellement ou pontage de fissures
ES	enduit superficiel
J	réfection des joints transversaux et longitudinaux
JL	réfection des joints longitudinaux
JT	réfection des joints transversaux
RS	réfection de la couche de surface (BBTM, enrobé drainant ou recyclage en place)
IQRN	Image Qualité du Réseau National
DES	Division Exploitation Sécurité

• Organismes

CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CETE	Centre d'études techniques de l'Équipement
DR	Direction des Routes
LCPC	Laboratoire central des Ponts et Chaussées
SETRA	Service d'études techniques des routes et autoroutes

3 DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE PLATE-FORME

La présente annexe reprend les indications du **guide technique Réalisation des remblais et des couches de forme couramment appelé GTR** qui permettent de déterminer la classe de plate-forme support de chaussée.

Elle se divise en quatre parties :

- la détermination de la classe de sol
- la définition du cas de la partie supérieure des terrassements (PST) et de la classe d'arase terrassement (ARi).
- la détermination de la classe de plate-forme (PFj) en fonction de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme
- deux exemples d'application.

1 Classification des sols

La classification des sols qui figure dans le GTR est définie par la norme NF P 11-300 qui regroupe l'ensemble des matériaux en trois grandes catégories :

- les sols (classes A, B, C, D) subdivisés en 2 sous-catégories selon le diamètre D des plus gros éléments,
- les matériaux rocheux (classe R),

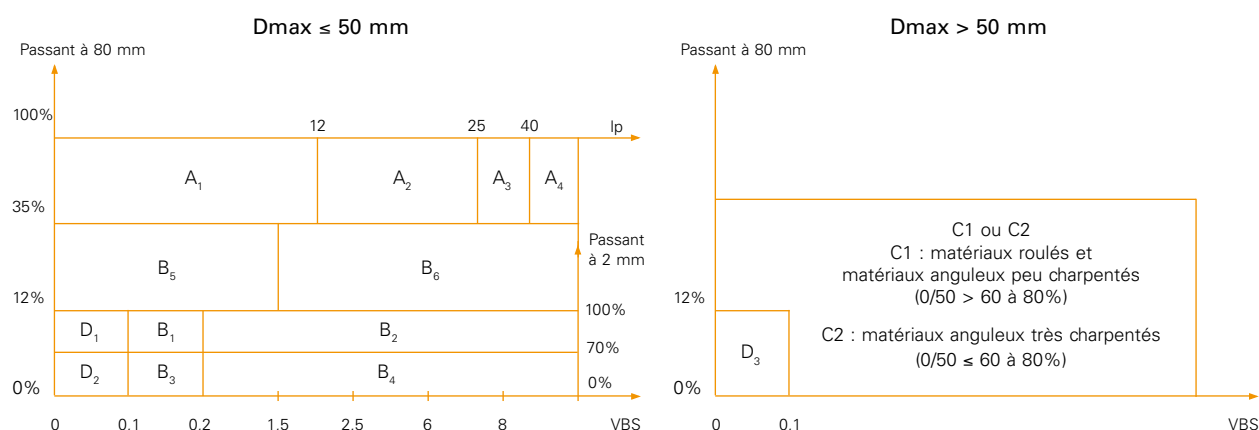
- les sols organiques et sous produits industriels (classe F).

La figure 1 reproduit la classification des sols non organiques et des matériaux rocheux d'après leur nature.

2 Cas de partie supérieure des terrassements (PST), classes d'arase terrassement (ARi)

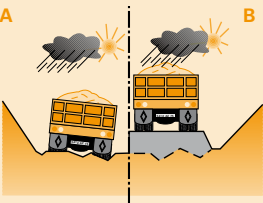
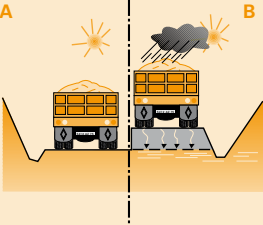
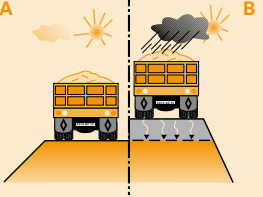
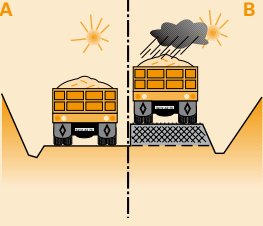
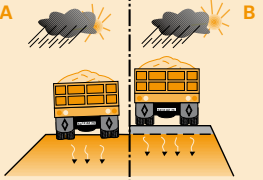
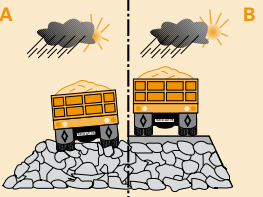
Pour déterminer la portance de la partie supérieure des terrassements (PST), on prend en compte la nature et l'état hydrique des matériaux de la PST intéressant le mètre supérieur, et le contexte général de la chaussée en service (possibilités d'alimentation en eau, drainage, etc...). A chaque PST sont associées une ou deux classes de portance à long terme de l'arase terrassement notées ARi. Le tableau 1 présente les 7 cas de PST distingués par le guide des terrassements routiers et les classes d'arase associées.

Figure 1 - Classification des sols et des matériaux rocheux d'après leur nature (extrait du GTR, fascicule II, annexe 1).



Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	R ₁
		Calcaires	R ₂
	Roches argileuses	Marnes, argilites, pélites...	R ₃
	Roches siliceuses	Grès, poudingues, brèches...	R ₄
	Roches salines	Sel gemme, gypse...	R ₅
Roche magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésites, gneiss, schistes métamorphiques et ardoisiers...		R ₆
Matériaux particuliers			
Sols organiques et sous-produits industriels			F

Tableau 1 - Cas de PST et classes d'arase ARi (extrait du GTR, fascicule I, tableau IX).

Cas de P.S.T.	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
PS.T. n° 0		Sols A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁ se trouvant dans un état hydrique (th). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
PS.T. n° 1		Sols Matériaux des classes A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁, R₁₂, R₁₃, R₃₄ et certains matériaux C₂, R₄₃ et R₆₃ dans un état hydrique (h). Contexte PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en oeuvre de la couche de forme A et sans possibilité d'amélioration à long terme B.	AR1	Dans ce cas e PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
PS.T. n° 2		Sols Matériaux des classes A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁, R₁₂, R₁₃, R₃₄ et certains matériaux C₂, R₄₃ et R₆₃ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en oeuvre de la couche de forme A. Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe B.	AR1	Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3. Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être momentanément obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.
PS.T. n° 3		Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en oeuvre de la couche de forme A mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales B.	AR1 AR2	Mêmes commentaires qu'en PST 2 sur la nécessité de réalisation d'une couche de forme. Sans mesure de drainage. Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration.
PS.T. n° 4		Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) ayant subi une amélioration à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique «remblai» et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
PS.T. n° 5		Sols B₁ et D₁ et certains matériaux rocheux de la classe R₄₃. Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2 AR3	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
PS.T. n° 6		Sols Matériaux des classes D₃, R₁₁, R₂₁, R₂₂, R₃₂, R₃₃, R₄₁, R₄₂, R₆₂ ainsi que certains matériaux C₂, R₂₃, R₄₃ et R₆₃. Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	AR3 AR4	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

A Comportement de la PST à la mise en oeuvre de la couche de forme.

B Situation pendant la «phase de construction» de la chaussée.

3 Détermination de la classe de plate-forme

La détermination de la classe de plate-forme support de chaussée est effectuée en tenant compte :

- de la partie supérieure des terrassements (PST)
- de la classe d'arase terrassement (ARi)
- de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

Trois types de couche de forme sont distingués :

- la couche de forme non traitée
- la couche de forme en sol fin traité en place
- la couche de forme en matériaux grenus traités aux liants hydrauliques éventuellement associés à la chaux.

Les tableaux 2, 3, 4 et 6 présentés dans les paragraphes suivants reprennent les épaisseurs préconisées et les possibilités de surclassement figurant dans le guide des terrassements routiers pour chaque type de couche de forme.

Dans le cas où un surclassement en PF3 ou PF4 peut être obtenu par une augmentation de l'épaisseur préconisée de la couche de forme ou par un traitement aux

liants hydrauliques, l'intérêt de ce reclassement doit être vérifié par une étude technico-économique.

a. Couche de forme non traitée

Le tableau 2 regroupe l'ensemble des indications du GTR concernant les épaisseurs préconisées en matériau non traité qui conduisent au moins à une classe de plate-forme PF2.

Il est impératif de se reporter à l'annexe 3 du fascicule 2 du GTR pour connaître les conditions d'utilisation de ces matériaux adaptées aux différentes situations météorologiques.

Lorsque l'épaisseur de couche de forme mise en oeuvre sur les cas de PST 1, 2 ou 3 est inférieure à la valeur préconisée, la classe de plate-forme obtenue est PF1.

Le fascicule 1 du GTR donne par ailleurs des règles de surclassement définissant pour certains matériaux utilisables en couche de forme l'épaisseur permettant d'atteindre la classe de plate-forme PF3. Ces règles, reproduites dans le tableau 3 ci-dessous, ne s'appliquent pas au cas de PST n° 1, pour lequel des épaisseurs fortes sont déjà préconisées pour obtenir PF2.

Tableau 2 - Epaisseur préconisée de couche de forme (en m) et classe de plate-forme obtenue (extraits de l'annexe 3 du fascicule II du GTR).

PST	Classe d'arase	Matériau de couche de forme (*)	Epaisseur préconisée (en m) (**)	plate-forme
n° 1	AR1	B11, B41, C1B21, C1B41, C1B51, C2B21, C2B41, C2B51, D11	0,80	PF2
		B31, C1B11, C1B31, C2B11, C2B31, D21, D31	0,75	PF2
		R11, R22, R42, R62	0,70	PF2
		R21, R41, R61	0,60	PF2
n° 2	AR1	tous matériaux ci-dessus	0,50	PF2
n° 3	AR1	tous matériaux ci-dessus	0,40	PF2
	AR2	tous matériaux ci-dessus	0,30	PF2
n° 4, 5 et 6	AR2	tous matériaux ci-dessus	Réglage ou rabotage ou enduit	PF2
	AR3	tous matériaux ci-dessus	Réglage ou rabotage ou enduit	PF3
	AR4	tous matériaux ci-dessus	Réglage ou rabotage ou enduit	PF4

(*) Tous les matériaux indiqués, à l'exception de B31 et D21, nécessitent une préparation particulière pour leur utilisation en couche de forme non traitée (action sur la granularité, traitement avec un correcteur granulométrique, ou ajout d'une couche de fin réglage). Voir les tableaux en annexe 3 du fascicule II du GTR.

(**) Une réduction d'épaisseur de l'ordre de 0,10 sur une épaisseur préconisée inférieure ou égale à 0,50 m, ou de 0,15 m sur une épaisseur préconisée supérieure ou égale à 0,60 m peut être admise si l'on intercale un géotextile adapté entre la PST et la couche de forme.

Tableau 3 - Conditions de surclassement de portance des plates-formes avec couche de forme non traitée (cas de PST n° 2, 3 ou 4).

Matériau de la couche de forme	Classe de l'arase	Epaisseur de matériau de couche de forme (en m)	Plate-forme obtenue
B31, C1B31, C2B31, D21, D31, R21, R41, R61, C1B11*, C2B11*, R11*, R42*, R62*	AR1	0,80 **	PF3
	AR2	0,50	PF3

* Sous réserve d'une vérification sur la plate-forme support de chaussée.

** Une réduction d'épaisseur de l'ordre de 0,10 ou 0,15 m peut être admise si l'on intercale un géotextile adapté entre la PST et la couche de forme.

b. Couche de forme en sol fin traité en place

Les épaisseurs préconisées (conduisant à la classe de plate-forme PF2) et les possibilités de surclassement de portance des plates-formes avec couche de forme en sol fin traité en place, figurant dans le GTR et complétées par le guide de conception et de dimensionnement des chaussées, sont reproduites dans le tableau 4 ci-dessous.

Ces règles concernent :

- pour un traitement à la chaux seule, les sols A3,
- pour un traitement mixte chaux-ciment ou ciment seul, les sols A1, A2, éventuellement A3, et les sols C dont la fraction 0/50 mm est constituée des sols précédents et lorsque la faisabilité du traitement est acquise.

Les autres cas de matériaux traités aux liants hydrauliques relèvent du paragraphe suivant.

Il est impératif de se reporter à l'annexe 3 du fascicule 2 du GTR pour connaître les conditions d'utilisation de ces matériaux adaptées aux différentes situations météorologiques.

Le tableau 4 ne s'applique qu'aux cas de PST 2, 3 et 4. Lorsque l'épaisseur de couche de forme mise en oeuvre est inférieure à celle qui conduit à PF2 sur AR1 ou à PF3 sur AR2, la classe de plate-forme obtenue est respectivement PF1 ou PF2.

c. Couche de forme en matériaux grenus traités aux liants hydrauliques éventuellement associés à la chaux

Il s'agit principalement des matériaux suivants :

- B, D1, D2
- matériaux de classe C dont la fraction 0/50 est constituée par les sols précédents lorsque la faisabilité du traitement est acquise
- certains matériaux rocheux.

Il est impératif de se reporter à l'annexe 3 du fascicule 2 du GTR pour connaître les conditions d'utilisation de ces matériaux adaptées aux différentes situations météorologiques.

Le GTR et le guide de conception et de dimensionnement des chaussées qualifient le matériau grenu traité à partir d'un abaque (figure 2 ci-contre). Cinq zones sont définies selon les valeurs à 90 jours du module et de la résistance en traction directe correspondant à la compacité fond de couche sur chantier.

A chaque zone est associée une classe mécanique qui dépend du mode de traitement, en centrale ou en place, pour tenir compte de différences dans l'homogénéité du matériau traité (tableau 5 ci-contre).

Une fois la classe mécanique du matériau connue, le tableau 6 (ci-contre) donne les règles de surclassement de portance des plates-formes avec couche de forme en matériaux grenus traités aux liants hydrauliques.

Tableau 4 - Conditions de surclassement de portance des plates-formes avec couche de forme en sol fin traité en place (cas de PST n° 2 ou 3)

Classe de l'arase	Matériau de la couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme(en m)	Plate-forme obtenue
AR1*	A3 traité à la chaux seule	0,70 (en 2 couches)	PF3
	A1, A2, A3 traités à la chaux + ciment ou éventuellement ciment seul	0,50 (en 2 couches)	
AR2	A3 traité à la chaux seule	0,50 (en 2 couches)	PF3
	A1, A2, A3 traités à la chaux + ciment ou éventuellement ciment seul	0,35	

* Sur une PST 1, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité de couche de forme n'est pas réalisable. Il faut d'abord procéder à un traitement de l'arase selon une technique "remblai", ce qui renvoie alors à un cas de PST 2, 3 ou 4 selon le traitement.

Figure 2

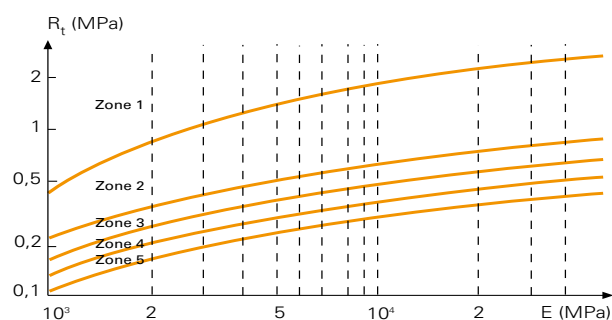


Tableau 5 - Classe mécanique des sables et graves traités

Traitement en centrale	Traitement en place	Classe mécanique
Zone 1	-	1
Zone 2	-	2
Zone 3	zone 2	3
Zone 4	zone 3	4
Zone 5	zones 4, 5	5

Tableau 6 - Conditions de surclassement de portance des plates-formes avec couche de forme en matériaux grenus traités aux liants hydrauliques

Classe de l'arase	Epaisseur de matériau de couche de forme (en cm)			Classe de la plate-forme obtenue
	Classe mécanique du matériau			
	3	4	5	
AR1*	**	30	35	PF2
	30	35	50***	PF3
	40	45***	55***	PF4
AR2	25	30	35	PF3
	30	35	45***	PF4

* Pour les VRS, l'épaisseur sera majorée de 5cm dans les cas d'AR1.

** L'épaisseur minimale de 30 cm permet un reclassement en PF3.

***L'obtention de la compacité recherchée en fond de couche conduira généralement à une mise en œuvre en 2 couches.

4 Exemples de détermination de la classe de plate-forme

a. Cas d'un sol fin

• Identification du sol

$D_{max} \leq 50 \text{ mm}$

Passant à 80 microns > 35%

$I_p = 18$

Etat hydrique du terrain : h

Le fascicule II du GTR (annexe 1, page 12) permet de classer ce sol en **A2h**

• Détermination de la PST

Ce sol est traité sur 0,5 m à la chaux selon une technique remblai. L'action du traitement n'est pas durable. Le niveau de la nappe se situe à plusieurs mètres sous la chaussée, il n'y a pas de risque de remontée d'eau. Des infiltrations sont toutefois possibles. Le fascicule I du GTR (tableau IX, page 64-65) permet de déterminer la classe de PST et la classe de l'arase : on se situe en **PST1** avant traitement, mais celui-ci ramène au cas :

- **PST 3**

- **AR1**

• Détermination de la classe de plate-forme

Choix de la couche de forme :

On envisage un traitement mixte chaux-ciment du sol A2. Pour le cas de PST 3 et une AR1, l'épaisseur de couche de forme préconisée (fascicule II du GTR, annexe 3, page 56) est de 35 cm.

Classe de plate-forme :

Pour une telle couche de forme, le même tableau de l'annexe 3 (fascicule II du GTR) indique que la plate-forme obtenue est **PF2**.

Pour obtenir **PF3**, il faut traiter sur 50 cm en deux couches (fascicule I du GTR, § 3.4.2.3, tableau XIV page 71, ou tableau 4 de la présente annexe).

Variante :

Une couche de forme en matériaux D31 non traités mise en œuvre sur une épaisseur de 40cm conduirait à **PF2** (fascicule II du GTR, annexe 3, page 68, ou tableau 2 de la présente annexe). Si la couche de forme était de 80cm on obtiendrait **PF3** (fascicule I du GTR, § 3.4.2.1, tableau XIII page 70, ou tableau 3 de la présente annexe).

b. Cas d'un sol sableux et graveleux avec fines

• Identification du sol

$D_{max} \leq 50 \text{ mm}$

passant à 80 microns $\leq 12\%$

passant à 2 mm $> 70\%$

$0,1 \leq VBS \leq 0,2$

$FS \leq 60$

Le fascicule II du GTR (annexe 1, page 13) permet de classer ce sol en **B11**.

• Détermination de la PST

Le module EV2 de l'arase est inférieur à 120 Mpa. Le fascicule I du GTR (tableau IX, page 64-65) permet de déterminer la classe de PST et la classe de l'arase :

- **PST 5**

- **AR2**

• Détermination de la classe de plate-forme

Choix de la couche de forme :

Ce matériau posant des problèmes de traficabilité, on prévoit une couche de forme en matériaux non traités D21 sur 20 cm d'épaisseur.

Classe de plate-forme :

La couche de forme prévue n'améliore pas la portance, la classe de plate-forme est donc **PF2**.

Pour obtenir une plate-forme **PF3**, il faut appliquer 50 cm de matériau D21 non traité (fascicule I du GTR, § 3.4.2.1, tableau XIII page 70, ou tableau 3 de la présente annexe).

Variante :

Si l'on envisage un traitement aux liants hydrauliques de matériaux grenus B, D1 ou D2, qui conduise par exemple à une classe de performance mécanique 3 (fascicule I du GTR, § 3.4.2.3, tableau XV page 72, ou tableau 5 de la présente annexe), une épaisseur de 25 cm conduit à PF3, et une épaisseur de 30 cm conduit à PF4 (fascicule I du GTR, § 3.4.2.3, tableau XVI page 73, ou tableau 6 de la présente annexe).

4 INDICES DE GEL DES HIVERS 1951-52 À 1996-97

DES PRINCIPALES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES (EN °C x JOURS)

1. Les valeurs données sont caractéristiques de la station et ne doivent pas être considérées comme représentatives de tout un département. Il faudra dans certains cas tenir compte des indices donnés pour les stations voisines.
2. Les indices inférieurs à 5 n'ont pas été pris en compte.
3. Le signe — signifie que les données ne sont pas disponibles.

HIVER	AMBERIEU (01)	ST-QUENTIN (02)	VICHY (03)	ST-AUBAN (04)
1951-1952	55	10	25	—
1952-1953	15-98-8	6-45-7	15-50	—
1953-1954	50-65	22-90	30-70	—
1954-1955	7	8-22	0	0
1955-1956	25-235	200	8-210	80
1956-1957	10-10-60	8-13	30	0
1957-1958	15-10-10	8-13	10-08	10
1958-1959	20-7	11	18	8
1959-1960	80	45-5	60-8	18
1960-1961	18	7	10-10	0
1961-1962	40-20	30-7	40-10	6
1962-1963	50-60-270-25	225	15-60-250-30	25-65
1963-1964	130	45-12-11	75-15-22	10
1964-1965	17-10-35	25-10-7	15-18	10
1965-1966	90	6-65	70	22
1966-1967	65	23	45	13
1967-1968	65-30	15-25	32-15	10-12
1968-1969	35-32	20-17-40	8-20-25	10
1969-1970	90-15-7	25-30-7-20	40-27-8-7	0
1970-1971	175-50	71-33	127-7-38	33-13
1971-1972	9-21	16	6	0
1972-1973	31-33	10-6	15	0
1973-1974	29-8	12	15	0
1974-1975	0	0	0	0
1975-1976	30	17	27	6
1976-1977	10-23-6	21-5	6-8	0
1977-1978	20-8-18	6-30	11-16	0
1978-1979	16-49-4	12-14-111-17	8-17-34-7	06-11
1979-1980	26	33	20	0
1980-1981	38-13-18-23-23	7-6-16-5-11	7-10-9-25-17	6
1981-1982	12-4	15-46	0	0
1982-1983	8-16-30	14	21	0
1983-1984	19-14	6	7-18-15	0
1984-1985	189-19	144-37	146-16	64
1985-1986	25-8-51	11-13-89	19-11-39	19
1986-1987	6-16-115	108-8-6	113-9	21
1987-1988	5	16	0	0
1988-1989	21-20	0	9	0
1989-1990	8-27-29	7-5	10-19	0
1990-1991	—	80	5-44-19	13-10
1991-1992	9-54-8	10	09-15	0
1992-1993	29-9	35	26	7
1993-1994	9	0	8	0
1994-1995	29-7	7-7	5	6
1995-1996	10	10-17-11	0	0
1996-1997	73	101	44	10

HIVER	EMBRUN (05)	NICE (06)	ST-GIRONS (09)	ROMILLY (10)	CARCASSONNE (11)
1951-1952	12-95	0	—	6-12-10	0
1952-1953	165	0	—	6-7-32	0
1953-1954	70	0	—	27-90	—
1954-1955	15-6	0	0	6	1-10
1955-1956	145	0	120	205	85
1956-1957	25-17	0	23	10-11-5	5
1957-1958	26-12	0	0	4-10	0
1958-1959	60	0	6	15-15	0
1959-1960	45	0	28	60-10	20
1960-1961	35	0	8	5	5
1961-1962	20-6	0	0	30-10	0
1962-1963	15-40-129	0	35-13-36	18-208	30-12
1963-1964	25	0	20-12-5	55-8-25-5	12
1964-1965	12-40-13-30-15	0	7-6	25-20	0
1965-1966	7-70	0	5	100	8
1966-1967	15-40	0	11	35	10
1967-1968	17-65	0	15	20-12	12
1968-1969	40-50	0	6-7	22-16-25	5
1969-1970	32-7-12-22	0	0	17-12-40	0
1970-1971	87-31	0	32-14	112-29	35
1971-1972	14-13	0	0	09-15	0
1972-1973	13-9	0	0	14-12-11	0
1973-1974	33	0	7	16-06	0
1974-1975	0	0	0	0	0
1975-1976	0	0	0	17	0
1976-1977	4-14-7	0	0	—	0
1977-1978	5-50	0	0	—	0
1978-1979	10-59	0	0	—	0
1979-1980	41	0	6	—	4
1980-1981	18-4-48-12	0	5	—	0
1981-1982	5-25-7	0	0	—	0
1982-1983	19	0	15	—	9
1983-1984	10-30	0	0	—	0
1984-1985	101-5	4	83	—	81
1985-1986	5-19-18-41	0	4-14	—	13
1986-1987	17-47-12	0	36-6	112-13	49
1987-1988	5	0	0	23	0
1988-1989	10	0	6-6	13	0
1989-1990	0	0	0	32-14	0
1990-1991	45-63-38	0	6-8	08-84	0
1991-1992	6	0	0	13-06	0
1992-1993	5-13	0	8	33	0
1993-1994	6-5	0	8	0	0
1994-1995	33	0	0	8	0
1995-1996	12	0	5	9-11	0
1996-1997	22	0	15	107-6	11

HIVER	MILLAU (12)	SALON-DE-PCE (13)	MARIGNANE (13)	CAEN (14)	COGNAC (16)
1951-1952	18	—	0	0	0
1952-1953	5-9-13-8	—	0	0	0
1953-1954	32-37	—	13	64	1-5
1954-1955	0	—	0	10	0
1955-1956	138	—	70	80	20-70
1956-1957	6-22	—	0	0	15
1957-1958	0	—	0	0	0
1958-1959	10	—	0	0	0
1959-1960	44	—	15	25	20
1960-1961	8	—	0	0	6
1961-1962	5-6	—	0	15	0
1962-1963	33-16-78-8	—	20-7-30	115-8	35-85
1963-1964	20-7-8	—	0	10	25
1964-1965	33-9-19-10	—	0	0	0
1965-1966	41	—	9	36	26
1966-1967	43	—	0	8	20
1967-1968	53-16-6	—	0	0	15
1968-1969	10-9-41-44	—	0	9-10	7-10
1969-1970	51-9-8-25	—	0	0	10
1970-1971	8-63-7-37	—	10	27	36-9
1971-1972	10-5	—	0	8	0
1972-1973	5-6	—	0	5	0
1973-1974	22-7	—	0	0	0
1974-1975	6	—	0	0	0
1975-1976	18	—	0	0	8
1976-1977	6	0	0	0	0
1977-1978	19	0	0	14	5
1978-1979	12-13-6-9	5	0	8-40-4	4-4
1979-1980	16-13	0	0	14	6
1980-1981	7-22-11-14	0	0	0	0
1981-1982	0	0	0	12	0
1982-1983	32	0	0	12	6
1983-1984	5	0	0	0	0
1984-1985	137	61	43	59-9	97
1985-1986	26-6-9-49	17	14	36	1-7-14
1986-1987	6-106-20	24	17-16	66	82
1987-1988	13	0	0	9	0
1988-1989	9	0	0	0	0
1989-1990	0	0	0	0	0
1990-1991	7-35	0	0	30	7-20-12
1991-1992	9	0	0	6	0
1992-1993	21-11	0	0	15	8
1993-1994	12	0	0	0	0
1994-1995	8-14	0	0	0	0
1995-1996	17	0	0	0	0
1996-1997	20	6	0	51	35

HIVER	LA ROCHELLE (17)	BOURGES (18)	AJACCIO (2B)	DIJON (21)	ROSTRENEN (22)
1951-1952	—	13	0	12-40-10	—
1952-1953	—	10-25	0	15-40	—
1953-1954	—	24-60	0	40-90	—
1954-1955	—	5	0	8	7
1955-1956	—	155	0	7-200	19-51
1956-1957	—	12-25	0	7-40	0
1957-1958	—	0	0	7	0
1958-1959	0	10-6	0	14	0
1959-1960	8	45-7	0	55-7	0
1960-1961	0	8	0	6-6	0
1961-1962	0	17-6	0	35-11	8-10
1962-1963	30-73	8-45-157	0	35-60-165-18	20-83-12
1963-1964	22-5	42-7-16-5	0	115	8-7
1964-1965	0	13	0	30-6	5
1965-1966	22	65	0	80	30
1966-1967	10	30	0	45	6
1967-1968	0	14-6	0	40-20	0
1968-1969	7	11-16-13	0	8-12-30	8
1969-1970	0	25-22	0	57-8	6
1970-1971	25	8-21	0	102-24	23
1971-1972	0	9	0	12-14	5
1972-1973	0	11-7	0	23-29-6	0
1973-1974	0	10	0	22-7	0
1974-1975	0	0	0	0	0
1975-1976	0	9	0	27	0
1976-1977	0	5-11	0	8-18	—
1977-1978	0	8-10	0	6-13-10-12	—
1978-1979	0	5-28-5	0	8-65	—
1979-1980	5	21	0	26	—
1980-1981	0	7-13	0	23-6-10	—
1981-1982	0	0	0	6	—
1982-1983	0	9	0	6-11	—
1983-1984	0	6	0	15-6	—
1984-1985	57	135-9	0	167-25	—
1985-1986	9	11-20-40	0	21-9-128	—
1986-1987	68	108-7	0	9-8-133	53
1987-1988	0	10	0	21	6
1988-1989	0	7	0	9-16	0
1989-1990	0	12	0	24-35	0
1990-1991	12-6	64-52	0	22-86	24
1991-1992	0	8-5	0	9-21-7	0
1992-1993	0	26	0	38	5
1993-1994	0	6	0	10	0
1994-1995	0	5	0	17	0
1995-1996	0	5	0	8-7-10	0
1996-1997	30	70	0	111-5	39

HIVER	BESANCON (25)	MONTELMAR (26)	LUS-LA- CX-HAUTE(26)	EVREUX (27)	CHATEAUDUN (28)
1951-1952	45	12	190	—	—
1952-1953	20-70	10	15-275	—	—
1953-1954	55-95	11-40	170-10	115	—
1954-1955	10-5	0	12-90	—	—
1955-1956	220	105	45-20-275-16	—	—
1956-1957	5-10-50	8	30-25-60-10	—	—
1957-1958	10-8-10-8	0	15-80-57	—	—
1958-1959	17-5	0	15-70-10	—	—
1959-1960	70-10	30	10-90-25	—	—
1960-1961	16-45	0	100	—	—
1961-1962	30-20-5	7	25-79	—	—
1962-1963	35-65-193	35-85	419-7	194	—
1963-1964	70-45-8	30	145-17	—	—
1964-1965	35-30	6	243	—	—
1965-1966	90	35	10-100	83	—
1966-1967	55	20	35-16-9	—	—
1967-1968	45-30-6	10-8	150-12	5	—
1968-1969	6-12-20-50	7	12-162-8	19-11-28	—
1969-1970	95-10-12	10	170-100-15	20-11-08	—
1970-1971	122-47	75-13	180-15-82	61-20	—
1971-1972	14-13	0	82-45-8	15	—
1972-1973	61	0	10-7-21-148	10-6	—
1973-1974	27-8	7	63-35	6	—
1974-1975	0	0	14-13	0	—
1975-1976	29	0	43	19	—
1976-1977	11-23	0	11-24-54-10-7-5	—	5-9-7
1977-1978	8-12-12	7	50-5-138	—	01.08.20
1978-1979	15-8-65	8-6	51-6-86-9-35	—	10-6-63-5
1979-1980	31	0	19-104	—	25
1980-1981	5-40-9-9-12-9	0	6-290-6	—	5-6-11
1981-1982	8-6	0	8-17-30-6-13	—	9
1982-1983	5-17	0	20-9-71-6	—	12
1983-1984	18-8	0	24-116-41	—	5
1984-1985	178-35	93	6-292-15	—	107-26
1985-1986	20-8-93	18	73-8-149-7	—	6-18-87
1986-1987	12-12-129-7-5	42	167-43-8-15	111	117-6
1987-1988	22	0	8-5-46-9	15	17
1988-1989	13-11	0	28-6-14	0	0
1989-1990	20-32	0	0	7	6
1990-1991	19-72	0	86-88	56	58-52
1991-1992	14-33-7	0	22-23	0	0
1992-1993	41-7	6	26-44	33	34
1993-1994	13	0	16-18-6	0	0
1994-1995	26	0	20-69-8	5	6
1995-1996	8-6-12	0	6-56-8	8-10-8	7-7-97
1996-1997	97	8	45	84	78

HIVER	CHARTRES (28)	BREST (29)	LANVEOC (29)	BREST-GUIPAVAS (29)	NIMES (30)
1951-1952	8	0	—	—	0
1952-1953	7-40-10	0	—	—	0
1953-1954	10-85	9	—	—	22
1954-1955	10-5	0	—	—	0
1955-1956	125	9-15	—	—	60
1956-1957	10-20	0	—	—	0
1957-1958	10-6	0	—	—	0
1958-1959	0	0	—	—	0
1959-1960	35-8	0	—	—	15
1960-1961	5	0	—	—	0
1961-1962	22-7-8	0	—	—	0
1962-1963	7-192	21	—	—	25-7
1963-1964	35-20-8	0	—	—	0
1964-1965	25-10	0	—	—	0
1965-1966	8-72	11	—	—	15
1966-1967	20	0	—	—	10
1967-1968	13-5	0	—	—	0
1968-1969	20-10-16	0	—	—	0
1969-1970	20-7-18	0	—	—	0
1970-1971	72-20	11	—	—	17-7
1971-1972	14	0	—	—	0
1972-1973	9-8	0	—	—	0
1973-1974	5	0	—	—	0
1974-1975	0	0	—	—	0
1975-1976	13	0	—	—	0
1976-1977	6-12-5	0	0	0	0
1977-1978	8-23	0	0	0	0
1978-1979	10-8-73-8	0	0	0	0
1979-1980	25	0	0	0	0
1980-1981	6-8-6	0	0	0	0
1981-1982	14	0	0	0	0
1982-1983	14	0	0	0	0
1983-1984	0	0	0	0	0
1984-1985	102-22	0	7	7	52
1985-1986	8-8-78	0	9	12	11
1986-1987	115-6	0	11	15	29
1987-1988	18	—	0	0	0
1988-1989	—	—	0	0	0
1989-1990	0	—	0	0	0
1990-1991	55	—	10	11	0
1991-1992	0	—	0	—	0
1992-1993	34	—	0	—	0
1993-1994	0	—	0	—	0
1994-1995	5	—	0	—	0
1995-1996	8-8	—	0	—	0
1996-1997	79	—	0	—	0

HIVER	TOULOUSE (31)	BORDEAUX (33)	SETE (34)	MONTPELLIER (34)	DINARD (35)
1951-1952	0	0	—	0	0
1952-1953	9-6-20	0	—	0	0
1953-1954	20-40	40	—	15	25
1954-1955	0	0	—	0	0
1955-1956	115	66	—	53	16-22
1956-1957	12	10	—	0	0
1957-1958	0	0	—	0	0
1958-1959	7	0	—	0	0
1959-1960	25	12	—	13	0
1960-1961	7	8	—	0	0
1961-1962	7	6	—	0	5
1962-1963	33-20-50	37-64	—	20-40	20-64
1963-1964	15-10-13	17-7-10	—	7	6
1964-1965	0	0	—	0	0
1965-1966	15	23	—	10	20
1966-1967	18	18	—	14	0
1967-1968	12	7	—	0	0
1968-1969	12	6-10	—	0	5
1969-1970	0	0	—	0	0
1970-1971	38-11	14-12	—	5	16
1971-1972	0	0	—	0	0
1972-1973	0	0	—	0	0
1973-1974	5	0	—	0	0
1974-1975	0	0	—	0	0
1975-1976	0	11	—	0	0
1976-1977	0	0	0	0	0
1977-1978	0	0	0	0	0
1978-1979	0	0	0	0	1-7
1979-1980	7	0	0	0	7
1980-1981	5	0	0	0	0
1981-1982	0	0	0	0	0
1982-1983	6	6	0	0	0
1983-1984	0	0	0	0	0
1984-1985	106	93	35	44	33-14
1985-1986	15	5-13	8	8	1-11
1986-1987	58	78	24-21	35	49
1987-1988	0	0	0	0	0
1988-1989	0	0	0	0	0
1989-1990	0	0	0	0	0
1990-1991	0	0	0	0	1-6-18
1991-1992	0	0	0	—	7
1992-1993	0	0	0	—	6
1993-1994	0	0	0	—	0
1994-1995	0	0	0	—	0
1995-1996	0	0	0	—	0
1996-1997	18	17	0	—	25

HIVER	RENNES (35)	CHATEAUROUX (36)	TOURS (37)	GRENOBLE (38)	DAX (40)
1951-1952	0	9	5	68	—
1952-1953	0	29-10	30	65-10	—
1953-1954	37	19-57	6-55	32-55	—
1954-1955	0	6	5	0	—
1955-1956	46	137	100	170	—
1956-1957	10	9-24	8-22	10-30	—
1957-1958	0	0	0	0	—
1958-1959	0	9	0	7-18	—
1959-1960	10	39-7	40	65	—
1960-1961	0	9	0	0	—
1961-1962	0	28-8-6	15	12-10	—
1962-1963	25-82	9-43-156-26	40-122-20	13-45-170	—
1963-1964	7-6	51-13-18	35-13	60-22	—
1964-1965	6	13-6-7	15-5	12-11	—
1965-1966	23	74	52	50	—
1966-1967	10	—	15	30	—
1967-1968	0	30-7	18	—	—
1968-1969	0	11-15-14	10-15-12	—	—
1969-1970	0	31-29	14-22	98-20-23	—
1970-1971	27	74-21	64-13	143-48	—
1971-1972	0	8	8	15-9	—
1972-1973	0	12-10	7-7	16-19	—
1973-1974	0	10-6	0	36	—
1974-1975	0	0	0	0	—
1975-1976	0	12	5	21	—
1976-1977	0	6	7	—	0
1977-1978	0	7-11	5-7	—	0
1978-1979	6-17	6-14-16-5	19	—	0
1979-1980	10	22	16	—	0
1980-1981	0	5-5-10	0	—	0
1981-1982	0	0	0	—	0
1982-1983	0	12	7	—	0
1983-1984	0	7	0	—	0
1984-1985	65-9	130-7	103-5-21	—	64
1985-1986	12-25	12-19-28	5-18-65	—	7
1986-1987	61	108-6	99	12-100-9	40
1987-1988	7	6	13	0	0
1988-1989	0	0	0	17-6	0
1989-1990	0	14	0	9	0
1990-1991	25	65-51	57-48	30-6-26-17	0
1991-1992	0	6-5	5	5-23-8	0
1992-1993	7	24	22	22-11	0
1993-1994	0	24	0	6-9	0
1994-1995	0	6	0	35	0
1995-1996	0	9	6-7	5-15	0
1996-1997	34	77	73	51	7

HIVER	MT-DE-MARSAN (40)	ROMORANTIN (41)	SAINT-ETIENNE (42)	LE-PUY-CHADRAC (43)	LE-PUY-LOUDES (43)
1951-1952	0	—	30-8	75	—
1952-1953	8	—	15-70-15-12	25-80-40	—
1953-1954	8-40	—	40-75	60-85	—
1954-1955	0	8	7-7	10-15-15	—
1955-1956	79	135	8-200	20-10-240	—
1956-1957	11	16-30	8-65	10-65	—
1957-1958	0	0	10-8	9-10-10	—
1958-1959	0	6	20	20-20-8	—
1959-1960	17	45-6	75-10	80-11	—
1960-1961	0	5	12	35-15	—
1961-1962	7	15-5	40-16-10	35-25-9-13	—
1962-1963	35-25-42	8-40-135-20	12-60-220-20	8-65-190-25	—
1963-1964	23-8-9	—	95-20-8	130-22-20	—
1964-1965	0	20	8-10-30	15-25-5	—
1965-1966	17	63	70	70	—
1966-1967	15	25	55	55-7	—
1967-1968	10	20	38-22	60-27	—
1968-1969	7	6-15-13-30	8-30-30	14-12-40-60	—
1969-1970	0	8-30-25	61-11-11	100-13-35	—
1970-1971	10-101	6-77-17	143-9-51	153-22-55	—
1971-1972	0	5-10	7	14-14	—
1972-1973	0	11-8-5	25-30	14-30-13	—
1973-1974	5	0	23-8-9	28-7-8	—
1974-1975	0	0	8	5	—
1975-1976	0	8	31	36	—
1976-1977	0	13	6-11	16-11-5	—
1977-1978	0	8-9	14-18	19-4-22	—
1978-1979	0	9-28-5	15-56-12	21-16-28-22	—
1979-1980	6	25	24	20-31	—
1980-1981	0	5-11-8	6-21-30-8-23	11-49-23-20-24	—
1981-1982	0	0	6	10-8	—
1982-1983	7	5	5-7-36	7-6-5-6-70	—
1983-1984	0	7-7	8-22-20	5-29	—
1984-1985	83	116-11	173-18	0	—
1985-1986	12	10-24-5-60	25-12-44	0	—
1986-1987	52	101-6	8-111-10	0	15-156-32
1987-1988	0	12	0	—	1-6
1988-1989	0	6	14-14	—	25-5
1989-1990	0	14	23	—	0
1990-1991	0	62-51	26-13	—	75-74
1991-1992	0	6-6	31-12	11-41-10	7-56-16
1992-1993	0	27	37-17	38-30	43-53
1993-1994	0	6	19	9-26	15-35-11
1994-1995	0	7	22	14-18	20-35
1995-1996	0	5-10	7-15	11-19	5-39-7
1996-1997	11	71	67-6	57	73

HIVER	NANTES (44)	ORLEANS (45)	GOURDON (46)	AGEN (47)	ANGERS (49)
1951-1952	0	10	9	0	0
1952-1953	6	7-5-40-5	6	15	14
1953-1954	36	13-70	20-40	10-40	47
1954-1955	0	7-5	0	0	0
1955-1956	55	140	120	110	71
1956-1957	12	16-25	10-15	12	15
1957-1958	0	5-8	0	0	0
1958-1959	0	12	9	0	0
1959-1960	10	45-10	36	20	18
1960-1961	0	6	6	5	0
1961-1962	0	25-10	6-6	14	8
1962-1963	35-77	8-50-170-50	38-25-65-6	35-25-50	35-101
1963-1964	15-6	45-6-20-7	20-10-16-13-5	15-9-9	—
1964-1965	0	23-11	7-6	0	10
1965-1966	28	67	34	20	32
1966-1967	7	21	34	20	10
1967-1968	0	20-6	29-7	10	0
1968-1969	6	7-15-13-15	20-15	16-13	8
1969-1970	0	25-25	20	5	10
1970-1971	27	72-22	45-21	15	37-8
1971-1972	0	11	0	0	5
1972-1973	0	8-7	13	0	0
1973-1974	0	7	11	0	0
1974-1975	0	0	5	0	0
1975-1976	0	11	16	7	0
1976-1977	0	9	0	0	0
1977-1978	0	8-13	0	0	7-5
1978-1979	7	8-5-69-7	5-8-4	6	5-12
1979-1980	11	24	11	7	13
1980-1981	0	5-8-7-10-5	5	10	5
1981-1982	0	9	0	0	0
1982-1983	0	13	12	5	0
1983-1984	0	5	0	0	0
1984-1985	57	113-28	117	102	76-8
1985-1986	30	7-20-84	16-8-24	6-5-15	5-18-37
1986-1987	67	117-8	78-8	69	85
1987-1988	0	18	0	0	8
1988-1989	0	0	9	0	0
1989-1990	0	6	0	0	0
1990-1991	18	60	13-6-13-10	0	1-5
1991-1992	0	7	0	0	5
1992-1993	7	31	11	5	10
1993-1994	0	0	0	0	0
1994-1995	0	0	8	5	0
1995-1996	0	6-9	5	0	0
1996-1997	53	84-5	30	15	64

HIVER	LA HAGUE (50)	REIMS (51)	ST-DIZIER (52)	LANGRES (52)	NANCY (54)
1951-1952	0	13-6	0	75	1-2-15
1952-1953	0	10-40-6	—	10-25-75-40	15-45-15-7
1953-1954	0	30-95	—	60-125-6	55-120
1954-1955	0	10-12	7-12	27-30	25-28
1955-1956	8	215	235	6-5-250-7	280
1956-1957	0	10-5-22	10-6-17	12-15-50	15-12-40
1957-1958	0	7-7-5	6-7	10-13-6-15-23	20-15
1958-1959	0	10-12	13	15-16-10	15-18-16-11
1959-1960	0	55-8	65-8	80-16	75-15
1960-1961	0	5-7-8	5	35-18-10	14
1961-1962	0	35-6-11	35-12	50-10-25-20-20	50-10-15-6-6
1962-1963	7	12-235	14-219	21-326	322
1963-1964	0	95-26	63-8-19	19-141	133
1964-1965	0	30-17	25-20	12-50-70	35-40
1965-1966	0	6-92	94	9-112	7-120
1966-1967	0	30	45	7-60-8	50-6
1967-1968	0	20-6-27	25-22	75-10-8	35-35
1968-1969	0	25-13-40	20-15-40	15-26-30-70	25-20-50
1969-1970	0	45-11	20-16-26-10	146-6-17-27	85-10
1970-1971	0	90-37	85-37	113-55	125-45
1971-1972	0	17	6-16	10-38	9-11-26
1972-1973	0	11-9-10	7-11	52-7-5	72-7
1973-1974	0	6-5	22-5	37-15	33
1974-1975	0	0	0	0	0
1975-1976	0	22	9	37	15-47
1976-1977	0	25-7	27	19-37-9	1-7-35
1977-1978	0	13-32	8-5-23	24-10-32	17-12-7-42
1978-1979	0	11-13-101-12	10-12-75-8	26-18-97-20	29-18-91
1979-1980	0	39	27	46	45
1980-1981	0	4-6-12-14	13-7	13-39-8-19-27	8-31-5-16-23
1981-1982	0	9-46	7-13-6	14-11-13	15-78-15
1982-1983	0	17	8	5-12-42	6-5-27
1983-1984	0	4-6-11	10-7	13-30-5-17	6-28-17
1984-1985	7	163-45	162-37	193-58-8	167-63
1985-1986	0	16-19-107	13-23-96	45-23-170	26-22-153
1986-1987	14-6	89-21-13-6	94-6	6-13-168-22-7	146-8-14
1987-1988	0	20	11	26-14	23
1988-1989	0	6-7	6	14-16	10-22-12
1989-1990	0	31	5	8-30-11	25-11
1990-1991	6	6-82	65	38-115	12-99-6
1991-1992	0	11	15-6	11-26-5-14	26-8
1992-1993	0	32	34	60-22	51-11
1993-1994	0	5	7	11-9	1-6-15
1994-1995	0	8	14	9-33	18
1995-1996	0	10-16-12	6-12	9-36-22-6	14-32-12-5
1996-1997	0	112	101	143-19	167

HIVER	BAR-LE-DUC (55)	LORIENT (56)	METZ (57)	PHALSBURG (57)	NEVERS (58)
1951-1952	6-34-17	—	12-15-10	—	22-10
1952-1953	9-19-86	0	10-40-16	—	11-40
1953-1954	64-120	19	50-115	—	35-65
1954-1955	26-38-10	0	20-35	—	0
1955-1956	7-290-11	12-27	245	—	190
1956-1957	20-10-37	0	10-8-36	—	1-9-27
1957-1958	24-16-22-14	0	20-7	—	6
1958-1959	18-26-16	0	10-15-7	—	18
1959-1960	80-16	0	62-14	—	55-7
1960-1961	—	0	5-15	—	8
1961-1962	—	0	50-15-6	—	26-15
1962-1963	11-338	12-41	14-288	—	20-50-160-22
1963-1964	132	5	112-9	—	58-15-20
1964-1965	—	0	30-25	—	14
1965-1966	9-117	17	100	—	70
1966-1967	—	5	45	—	40
1967-1968	—	0	25-10-28	—	20-10
1968-1969	—	0	25-16-45	—	12-17-26
1969-1970	—	0	65-10	—	22-9-35-8
1970-1971	130-65	13	130-41	—	107-33
1971-1972	—	0	12-11-6-20	—	11
1972-1973	—	0	41-11	—	20-16-6
1973-1974	—	0	25	—	13-6
1974-1975	0	0	0	—	0
1975-1976	23	0	16	—	18
1976-1977	12-36-6	0	34	67-5-5	13
1977-1978	18-7-50	0	6-7-35	23-14-9-57	14-12-97
1978-1979	35-21-129-12	7	17-17-105	39-26-131-7	11-40-7
1979-1980	—	0	37	6-59	26
1980-1981	—	0	5-20-8-7-13	11-43-44-25	9-5-9-13-12
1981-1982	0	0	18-76-9	36-92-19	0
1982-1983	—	0	6-12	8-38	5-16
1983-1984	—	0	14-10	13-40-8-24	11-17-5
1984-1985	—	21	153-60	4-188-87-5	154-10
1985-1986	—	10-15	15-27-110	40-19-179	25-7-15-5-61
1986-1987	7-157-16-21	27	133-6-7	15-191-20-31	110-10
1987-1988	23	0	15	28-9	11
1988-1989	14	0	6-13	16-6-33	6-7
1989-1990	33-18	0	6-8	0	27
1990-1991	0	16	76	0	7-79-56
1991-1992	—	0	19-6	36-10	11-21-8
1992-1993	—	7	39-5	61-20-16	39-6
1993-1994	—	0	5-14	7-28	7
1994-1995	—	0	17	5-31-5	10
1995-1996	—	0	14-34-13	97-20-6	7-10
1996-1997	—	23	157	186-7	77

HIVER	CHATEAU- CHINON (58)	DUNKERQUE (59)	LILLE (59)	BEAUVAIS (60)	ALENCON (61)
1951-1952	70	0	11	10	15
1952-1953	10-27-115	5	23-6-6	7-30-7	6-35
1953-1954	60-90-8	65	8-85	10-112	62
1954-1955	10-20-15	10	8-32	8-6	15
1955-1956	225	90	160	135	76
1956-1957	15-8-45	0	10-5-6	12-5'-15	10-20
1957-1958	15-15-20	0	8-8	10-7	0
1958-1959	7-15	7	13	8-3	0
1959-1960	80-12	10	35	35-7	35
1960-1961	40-8	0	8	8	6
1961-1962	25-20-15-12	22-4	35-7-6-7	35-7-10	10
1962-1963	7-65-205	164	8-250	10-215	165
1963-1964	60-17-25-20	5-10	40-15-11	40-18-12	25-12
1964-1965	12-25-55	8-4	32-7-8	22-10-5	15
1965-1966	80	5-45	10-70	8-75	57
1966-1967	7-60	6	16	18	15
1967-1968	50-26	0	15-15-5	15-10	10
1968-1969	12-23-33-60	16-7	26-27-25	22-10-30	10-15
1969-1970	100-13-30	10-8	24-25-10	22-10-20-8-15	6
1970-1971	91-6-35	9-8-9	61-25	63-27	59-13
1971-1972	8-27	10	15	5	9
1972-1973	27-7	6	7	8-5	5
1973-1974	30	0	8	6	0
1974-1975	6-8	0	0	0	0
1975-1976	24	0	12	14	6
1976-1977	6-9-21-8	6	13	16-7	6
1977-1978	17-5-28	0	19	9-30	5-12
1978-1979	21-7-58-26	6-6-33-10	9-14-88-19	10-13-79-11	8-34-6
1979-1980	42	9	29	31	20
1980-1981	13-37-6-13-18	0	6-7-4	7-6-4-5	0
1981-1982	8-7	28	16-60	11-37	9
1982-1983	5-5-37	5	19	17	11
1983-1984	13-5-6-8	0	6	5	0
1984-1985	176-22-9	63-37	137-52	123-35	93-20
1985-1986	42-17-92	53	7-15-85	9-9-83	5-5-64
1986-1987	13-156-32-7	60-8	85-14-6	95	85-7
1987-1988	16-23	0	8	16	10
1988-1989	11-5	0	0	0	0
1989-1990	0	8	16	12	0
1990-1991	30-90	33	56	59	46
1991-1992	5-11	6	14	0	8
1992-1993	36-17	15	31	42	24
1993-1994	7-12-5	0	7	0	0
1994-1995	11-18	0	7	6	0
1995-1996	8-29	9-17	8-26-6	8-17-9	6-5-6
1996-1997	76	69	102	95	72

HIVER	BOULOGNE- SUR-MER (62)	CLERMONT- FERRAND (63)	BIARRITZ (64)	PAU (64)	TARBES (65)
1951-1952	0	23-7	—	0	0
1952-1953	0	15-65-8	—	0	9-11
1953-1954	75	30-65	—	6-40	16-47
1954-1955	12-5	0	—	0	0
1955-1956	25-75	205	—	80	95
1956-1957	0	9-40	0	10	9
1957-1958	0	15	0	0	0
1958-1959	0	20	0	0	6
1959-1960	14	60-8	0	17	21
1960-1961	0	15	0	0	9
1961-1962	25-8	35-12	0	0	7
1962-1963	166	18-60-225-17	18-12-15	30-20-32	37-25-36
1963-1964	6-5	70-17-20-8	9-5	17-10	21-15
1964-1965	7-5	10	0	0	9-5-7
1965-1966	5-45	60	5	10	10
1966-1967	8	43	5	8	9
1967-1968	0	32-8	0	10	17
1968-1969	10-12	14-20	0	0	6-6
1969-1970	7-10	40-17	0	0	6
1970-1971	31-13	113-8-36	5	6-9-11	21-14
1971-1972	13	6	0	0	0
1972-1973	5	7-18	0	0	0
1973-1974	0	12-5-9	0	5	8
1974-1975	0	0	0	0	0
1975-1976	0	32	0	0	0
1976-1977	6	8-13	0	0	0
1977-1978	9	14-15	0	0	0
1978-1979	7-5-31-6	8-11-29-6	0	0	0
1979-1980	17	6-23	0	0	5
1980-1981	0	11-13-27-6-19	0	0	0
1981-1982	5-29	6	0	0	0
1982-1983	12	29	0	8	12
1983-1984	0	9-17-15	0	0	0
1984-1985	68-44	147-16	38	66	80
1985-1986	64	25-11-42	0	10	12
1986-1987	72	127-11	17	37	35
1987-1988	0	0	0	0	0
1988-1989	0	10-11	0	7	7-10
1989-1990	0	9-18	0	0	0
1990-1991	29	6-31-9	0	0	0
1991-1992	6	16-18-10	0	0	0
1992-1993	9	32	0	0	8
1993-1994	0	32	0	0	0
1994-1995	0	9	0	0	0
1995-1996	8-16	9	0	0	6
1996-1997	87	71	0	6	10

HIVER	PERPIGNAN (66)	STRASBOURG (67)	COLMAR (68)	MULHOUSE (68)	TARARE (69)
1951-1952	0	20-20-20	—	45-27	—
1952-1953	0	20-40-20	—	25-80-15-8	—
1953-1954	14	50-125	—	50-135	—
1954-1955	0	25-20	—	25-9-5	—
1955-1956	13-23	15-280	—	10-290-6	—
1956-1957	0	8-25-50	—	8-25-55	—
1957-1958	0	8-30	—	8-25-14-7	—
1958-1959	0	15-25-20	—	30-15-22	—
1959-1960	0	70-15	—	90-15	—
1960-1961	0	20	—	10-18	—
1961-1962	0	80-25-6	—	65-15-25-10	—
1962-1963	9	54-407	—	50-416	36-73-273
1963-1964	0	165-10	—	150-12	87-21-30-24
1964-1965	0	22-35	—	35-40	17-5-38-98
1965-1966	0	120	—	7-140	7-87
1966-1967	0	45-10	—	40-15	—
1967-1968	0	30-40	—	50-45	—
1968-1969	0	30-35-45	—	18-30-52	—
1969-1970	0	129-9	—	113-11-6	156-19-44
1970-1971	0	182-39	—	152-49	136-22-81
1971-1972	0	9-18-26	—	12-23	25-30
1972-1973	0	81	—	105-5	5-11-48-26-11
1973-1974	0	32	—	36	38-8-20
1974-1975	0	0	—	0	11-14
1975-1976	0	21	—	48	54
1976-1977	0	43	39	32-5	10-18-23-5-6-9
1977-1978	0	12-11-5-31	22-9-7-24	20-8-6-24	31-5-8-32
1978-1979	0	24-15-84	34-16-81	20-18-80	26-8-70-34
1979-1980	0	47	48	5-38	60
1980-1981	0	29-5-29-9	5-25-22-16	5-35-6-14-28-18	15-46-37-46
1981-1982	0	30-99-21	20-93-12	22-53-9	9-10-5-9
1982-1983	0	7-14	7-24	29	13-8-51
1983-1984	0	7-31-6-18	16-26-6-19	14-26-18	11-30-7-45-5
1984-1985	17	166-84	176-82	197-96	5-200-38-15
1985-1986	0	28-17-161	27-10-198	22-8-181	58-5-12-94
1986-1987	0	14-158-11	14-169-9-11	12-155-10	—
1987-1988	0	24	28	19	—
1988-1989	0	9-20	12-6-17	18-9	—
1989-1990	0	48-17	7-61-26	51-9	—
1990-1991	0	12-88	14-112-8	20-83-6	—
1991-1992	0	16	36-7	34-11	18
1992-1993	0	43	61-10	53-25	50-43
1993-1994	0	0	13-5	13-5	11-27-9
1994-1995	0	—	26	26	14-40
1995-1996	0	18-21-6	12-35-10	11-25-11-5	8-40-10
1996-1997	0	143	166	152	100-8

HIVER	LYON-BRON (69)	LUXEUIL (70)	SAINT-YAN (71)	MT-ST-VINCENT (71)	MACON (71)
1951-1952	35-10	67	—	75	10-3-7
1952-1953	7-55	20-110	—	10-25-150	12-50
1953-1954	30-65	65-130	—	65-105-8	35-70
1954-1955	0	20-20-5	—	20-15-20	0
1955-1956	195	10-10-270	—	7-8-250	200
1956-1957	35	8-15-60	—	16-12-50	35
1957-1958	0	10-15-8-17	—	13-16	6
1958-1959	10	27-8	—	30-15-7	15
1959-1960	60	80-17	—	80-15	60-7
1960-1961	0	17-15	—	45-15	5
1961-1962	25-12	55-10-25-15	—	50-8-25-25-15	30-12
1962-1963	23-50-220-16	50-335	—	31-62-268	30-55-200-25
1963-1964	110	164-10-6	—	85-48-20	115
1964-1965	10-20	10-35-40	—	15-25-75	20-8
1965-1966	70	130	—	95	70
1966-1967	45	10-70-12	—	8-65-15	40
1967-1968	35-23	75-40	—	55-25-10	30-22
1968-1969	16-25	17-15-30-57	—	13-20-40-60	6-12-25
1969-1970	44	130-15-10	—	130-18-35	55-6
1970-1971	133-30	141-56	—	127-58	135-31
1971-1972	11	15-9-8-21	—	15-8-26	6-14-7
1972-1973	20-21-5	82-12-5-9	—	11-50-8	27-5
1973-1974	19	40-6-6	—	34-7	18
1974-1975	0	0	—	9-9	0
1975-1976	20	43	—	45	30
1976-1977	5-10	14-32	7-14	19-31-10	6-8
1977-1978	10-8-16	23-12-16	11-6-6-17	28-14-30	6-5-6-16
1978-1979	35	20-9-91	11-81-9	19-9-81-25	6-57
1979-1980	17	7-7-42	6-23	51	17
1980-1981	14-9-8-13-8	5-54-9-45-7	5-15-20-7-16	12-38-26-34	8-17-6-6-11
1981-1982	0	5-14-6-5	0	8-6-6-9	0
1982-1983	6-8	6-11-27	5-20	8-7-5-52	6-11
1983-1984	9-6	13-33-17	9-19-12	15-32-6-27	5-13-6
1984-1985	144-13	208-59	177-25	199-53-10	148-27
1985-1986	11-7-37	27-7-13-191	20-6-12-49	53-6-18-138	17-9-59
1986-1987	9-91	14-15-147	7-118-15	13-172-31	6-113
1987-1988	0	28	7	28-18	6
1988-1989	0	19-20	10-7	20-7	7-22
1989-1990	6-22	43-26	29	0	42-14
1990-1991	13-25-12	30-101	27-60-49	104	18-47-16
1991-1992	7-28	8-63-13	14-23-8	7-33-15	10-25
1992-1993	22	55-12	31-6	53-19	30
1993-1994	0	15	10	18-6	8
1994-1995	9	31	13	10-27	12
1995-1996	6	9-10-12-5	6-9	14-32	6
1996-1997	59	127-10	68	107-11	80

HIVER	LE MANS (72)	CHALLES-LES- EAUX (73)	BOURG- ST-MAURICE (73)	LA HEVE (76)	ROUEN-BOOS (76)
1951-1952	8	107	10-180	0	5
1952-1953	22	105	17-215	7	10-25
1953-1954	60	50-60	150	70	90
1954-1955	6	13	20-110	7	0
1955-1956	87	10-215	20-20-205	22-60	100
1956-1957	10-20	20-45	25-28-50	3	18-10
1957-1958	0	13	10-16-67-33	0	5
1958-1959	0	9-15	15-50	0	0
1959-1960	30	70	85	18	30
1960-1961	0	10	52	0	0
1961-1962	10	25-20	25-30	12-7	20-5
1962-1963	40-120-20	23-52-225-17	112-222	95	132
1963-1964	25-10	95	65-27-30-12	7	27-10-5
1964-1965	16	10-38-30	25-49-70	5	10-5
1965-1966	6-47	70	20-110	43	61
1966-1967	14	15-45-8	132-15	10	13
1967-1968	9	50-9-45	160	0	0
1968-1969	10-10	7-70-35	10-70-75	8-8	17-10-25
1969-1970	6-8	70-20-22	150-58	7	12-8-14-8
1970-1971	58-11	151-36	93-48	22-8	57-20
1971-1972	8	15-7	29-12-27	10	7
1972-1973	5-6	31	24-41	0	7-6
1973-1974	0	—	59	0	7
1974-1975	0	—	6	0	0
1975-1976	0	—	14	0	13
1976-1977	0	—	5-22-51	0	5-12-5
1977-1978	5-15	—	32-14-47	5	7-26
1978-1979	25	—	32-67	4-17	13-9-57-10
1979-1980	18	—	59	13	30
1980-1981	8	—	193	0	9-7-5
1981-1982	6	—	35-5-5	14	30
1982-1983	0	—	5-19-10-70	7	19
1983-1984	0	—	13-87	0	0
1984-1985	83-12	—	4-190-18-6	55-12	99-26
1985-1986	8-53	—	47-7-101	36	8-7-67
1986-1987	87	—	34-109-9	68	95-8
1987-1988	10	—	21	6	16
1988-1989	0	—	23-23	0	0
1989-1990	0	—	0	0	0
1990-1991	38	0	58-55-32	26	65
1991-1992	5	8-18-7	42-15	0	0
1992-1993	18	15-13	34-20	—	32
1993-1994	0	9-6	15-7-5	—	5
1994-1995	5	25	21-67	—	5
1995-1996	0	10	19	0	9-13-9
1996-1997	67	30	25-5	31	90

HIVER	MELUN (77)	TRAPPES (78)	ABBEVILLE (80)	TOULON (83)	ST-RAPHAEL (83)
1951-1952	8-7	—	5	0	0
1952-1953	8-37	—	15-5	0	0
1953-1954	19-83	—	87	0	0
1954-1955	0	—	5-5	0	0
1955-1956	170	—	111	7-15	25
1956-1957	9-18	—	8-5	0	0
1957-1958	5-8	—	5	0	0
1958-1959	10	—	0	0	0
1959-1960	42-8	—	30	0	0
1960-1961	0	—	0	0	0
1961-1962	20-6	—	28-7	0	0
1962-1963	7-184	—	164	0	0
1963-1964	49-21	—	40-7-7	0	0
1964-1965	26-8	—	17-7	0	0
1965-1966	87	—	10-65	0	0
1966-1967	23	—	12	0	0
1967-1968	6	—	12-10-7	0	0
1968-1969	15-12-17	—	20-25	0	0
1969-1970	6-21-7-20	—	13-14	0	0
1970-1971	73-25	—	52-21	0	8
1971-1972	12	—	13	0	0
1972-1973	7-7	—	6	0	0
1973-1974	9	—	6	0	0
1974-1975	0	—	0	0	0
1975-1976	9	—	11	0	0
1976-1977	19	14	9	0	0
1977-1978	6-22	7-22	27	0	0
1978-1979	7-6-87-8	7-8-64-8	15-11-65-11	0	0
1979-1980	24	26	28	0	0
1980-1981	5	5	7	0	0
1981-1982	16	20	14-50	0	0
1982-1983	7	13	18	0	0
1983-1984	0	0	0	0	0
1984-1985	120-19	105-17	109-41	5	14
1985-1986	6-17-81	9-9-71	7-5-77	0	0
1986-1987	86-12-6	94-8-7	86-15	0	0
1987-1988	14	14	10	0	0
1988-1989	8	0	0	0	0
1989-1990	5	0	7	0	0
1990-1991	53	42	55	0	0
1991-1992	9	7	0	0	0
1992-1993	29	28	27	0	0
1993-1994	0	0	0	0	0
1994-1995	5	5	0	0	0
1995-1996	8-10	6-6-8	9-16-7	0	0
1996-1997	79	79	95	0	0

HIVER	ORANGE (84)	POITIERS (86)	LIMOGES (87)	AUXERRE (89)	BELFORT (90)
1951-1952	—	8	15	17-10	80
1952-1953	—	8-25-6	9-21-12-6	8-12-40	10-30-75-35
1953-1954	6-30	10-50	25-80	30-75	65-135
1954-1955	0	12	0	10-5	30-28
1955-1956	80	115	160	200	12-265-10
1956-1957	0	10-25	13-20	10-27	15-25-60
1957-1958	0	0	7	10	8-30-12-20-6
1958-1959	0	8	0	15	25-20-20
1959-1960	25	35	57	62-10	80-18
1960-1961	0	10	20	10	30-20
1961-1962	0	15	7-7	32-10	63-25-15-10
1962-1963	35-60	43-130-9	44-115-13	55-167	40-367
1963-1964	25	55-7-10	42-12-12	55-10-20-10	175-15
1964-1965	0	10	10-7	20-10	8-35-8-60
1965-1966	25	43	45	85	7-7-121
1966-1967	15	25	27	40	5-50-10
1967-1968	7	15	12-12	18-12	55-8-33-6
1968-1969	7	6-7-12	7-5-20-7-15	15-15-30	9-24-45-75
1969-1970	7	14-22	9-30-5-7	20-10-10	140-8-6-16
1970-1971	45-10	60-14	5-60-25	84-32	116-9-49
1971-1972	0	5	5	12	8-40
1972-1973	0	5	9	11-17-5	91-9
1973-1974	6	5	15	16-8	38-7
1974-1975	0	0	0	0	0
1975-1976	0	8	17	13	36
1976-1977	0	5	7	5-17	41
1977-1978	0	11-9	8-16	11-19	18-6-5-34
1978-1979	4	9	5-12-11	10-5-54-11	23-21-103-5
1979-1980	0	22	14	23	18476
1980-1981	0	5	5-11	4-6-8-9-6	8-42-43-23
1981-1982	0	0	0	4	5-18-38-15
1982-1983	0	10	18	13	6-37
1983-1984	0	6	0	8	9-27-22
1984-1985	71	103	132	149-25	186-67
1985-1986	16	7-23-25	18-10-29	14-25-83	38-15-181
1986-1987	27-18	92-6	99-18	114-8	17-172-13-18
1987-1988	0	0	0	21	26
1988-1989	0	6	10	5-6	17-5-12
1989-1990	0	0	0	7-6	35-27
1990-1991	0	6-50-39	10-8-43-25	9-82	33-115-111
1991-1992	0	5-6	0	0	11-41-13
1992-1993	0	20	14-7	37	57-5-17
1993-1994	0	5	0	5	14-14
1994-1995	0	6	6	7	5-30-5
1995-1996	0	9	13	6-11	16-48-14-5
1996-1997	6	66	42	94-6	152-11

HIVER	PARIS-LE BOURGET (93)
1951-1952	5-5
1952-1953	5-30-4
1953-1954	11-100
1954-1955	0
1955-1956	135
1956-1957	10-15
1957-1958	5-5
1958-1959	5
1959-1960	32-5
1960-1961	0
1961-1962	20-5
1962-1963	5-161
1963-1964	35-17-5
1964-1965	18-7
1965-1966	75
1966-1967	16
1967-1968	15-7
1968-1969	16-7-15
1969-1970	17-8
1970-1971	67-22
1971-1972	11
1972-1973	5-5
1973-1974	0
1974-1975	0
1975-1976	10
1976-1977	17
1977-1978	4-16
1978-1979	8-6-57-7
1979-1980	26
1980-1981	0
1981-1982	23
1982-1983	8
1983-1984	0
1984-1985	109-22
1985-1986	6-7-65
1986-1987	85-11-5
1987-1988	14
1988-1989	0
1989-1990	0
1990-1991	44
1991-1992	8
1992-1993	29
1993-1994	0
1994-1995	0
1995-1996	6-7
1996-1997	76

5 DÉFINITION DES COUPES TRANSVERSALES

1 Présentation

Les structures de chaussée figurant dans les planches de structure sont définies au bord de la voie la plus chargée, côté rive, à l'intérieur de la bande de guidage latérale (la voie la plus chargée est généralement la voie de droite pour les chaussées jusqu'à trois voies dans un même sens de circulation; au-delà, ce peut être une voie médiane).

Il reste à préciser la coupe transversale de la chaussée en tenant compte des caractéristiques géométriques du projet, des dispositifs d'assainissement de la plate-forme et de la chaussée, des équipements liés à l'exploitation, des contraintes associées aux matériaux, matériels et techniques de mise en oeuvre, ainsi que des possibilités d'entretien ultérieur.

Dans l'attente de la rédaction d'un nouveau **Guide technique d'établissement des coupes transversales de chaussées** destiné à remplacer celui de 1988 [1], guide qui prendra en compte l'évolution des règles concernant les caractéristiques géométriques intervenue depuis cette date, la présente annexe présente une synthèse sommaire des différents éléments à prendre en compte pour la définition du profil en travers. Il reste utile de se référer au Guide technique de 1988 pour définir les dispositions assurant la coordination des divers domaines terrassements, chaussées, assainissement, équipements de sécurité, ..., et pour prendre en compte les problèmes pratiques de réalisation du chantier, en vue d'assurer la pérennité de l'ouvrage.

La coupe transversale est définie en examinant les aspects suivants qui font chacun l'objet d'un développement synthétique :

- caractéristiques géométriques,
- construction de la plate-forme support de chaussée,
- constitution des chaussées, accotements et terre-pleins centraux,
- coordination des pentes transversales.

2 Caractéristiques géométriques

Les caractéristiques géométriques sont définies selon le type d'infrastructure (route, autoroute,...), à l'issue des études préliminaires. Pour le profil en travers, il s'agit :

- des largeurs de chaussées, des accotements et du terre-plein central,
- des dispositifs d'assainissement superficiel,
- des pentes transversales en alignement et en courbe des chaussées et des accotements,
- de la position du point de rotation du dévers qui définit l'emplacement en profil en travers de la ligne de référence du profil en long (ligne rouge).

Pour le réseau routier national, ces éléments sont arrêtés conformément à des Instructions sur les conditions techniques d'aménagement (ICTA) :

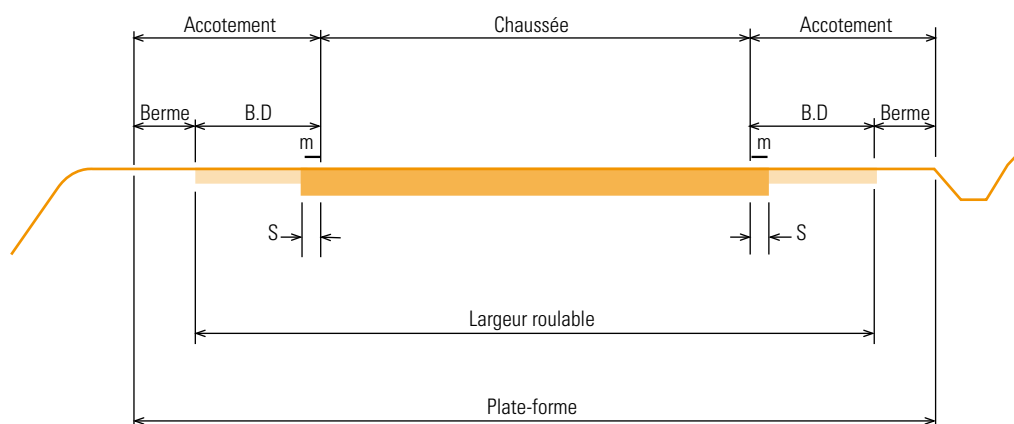
- ICTARN pour les routes nationales, et guide technique annexé ARP [2]
- ICTAAL pour les autoroutes de liaison [3]
- ICTAVRU pour les voies rapides urbaines [4]

La définition géométrique des chaussées (largeur), des accotements et du TPC est donnée dans ces Instructions.

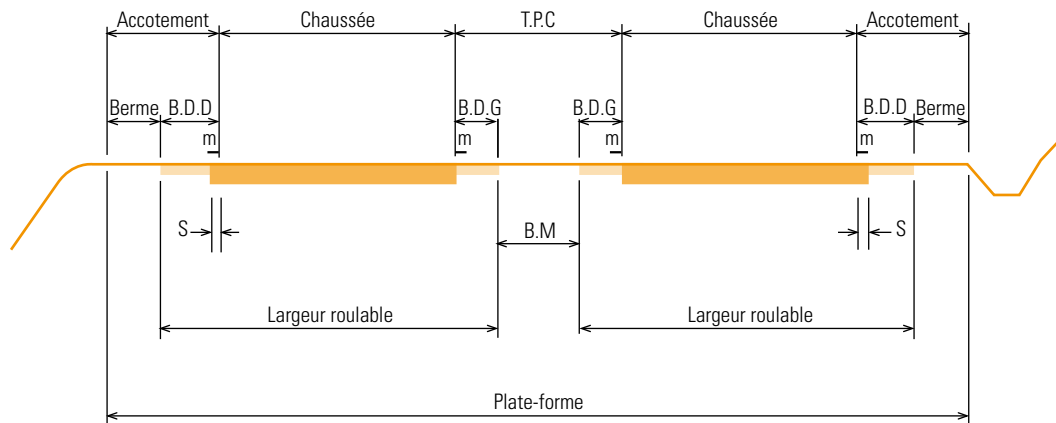
Pour les routes nationales (hormis voies du réseau structurant), la figure 1 (ci-dessous et ci-après) extraite de l'ARP [2] illustre ces éléments. Les définitions qu'il en donne sont reproduites ci-après :

Figure 1 - Profils en travers sur route nationale (hormis voies du réseau structurant) (extrait de l'ARP [2]).

Profil en travers à 2 ou 3 voies



Profil en travers à 2 x 2 voies



Légende :

BD : Bande dérasée (BDD : bande dérasée de droite. BDG : bande dérasée de gauche)
 S : Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive (m)
 T.P.C : Terre plein central
 B.M : Bande médiane
 m : marquage de rive

- la chaussée, au sens géométrique du terme, est limitée par le bord interne du marquage de rive (et ne comprend pas les surlargeurs de structure de chaussée portant le marquage de rive).

- l'accotement comprend une bande dérasée, constituée de la surlargeur de chaussée supportant le marquage de rive et d'une bande stabilisée ou revêtue, et la berme.

- le TPC (éventuel) comprend les deux bandes dérasées de gauche qui supportent le marquage de rive, et la bande médiane.

L'ICTAAL définit de la même manière ces éléments (cas du profil en travers à 2x2 voies), la bande dérasée s'appelant ici bande d'arrêt d'urgence.

3 Construction de la plate-forme support de chaussée

Trois profils de plate-forme sont envisageables :

- plate-forme dérasée
- plate-forme avec décaissement de la couche de fondation de la chaussée
- plate-forme avec décaissement complet de la chaussée.

Le Guide des coupes transversales de 1988 [1] analyse les avantages et les inconvénients des profils avec décaissement. La Notice d'utilisation indique que sur les VRS les plates-formes dérasées sont imposées. Dans ce qui suit seules celles-ci sont prises en considération.

a. Profil en travers de la plate-forme support de chaussée

Se reporter à la Notice d'utilisation, § 6.2.

b. Largeur de la couche de forme

Côté extérieur, si la couche de forme est en matériau non traité, elle est généralement réalisée jusqu'au bord de la plate-forme. Dans le cas d'une couche de forme en matériaux traités, la surlargeur par rapport au bord de la couche de roulement peut être limitée à 1,50 m s'il n'y a pas de bande d'arrêt, sinon à 3 m.

Côté terre-plein central, lorsqu'il existe, la couche de forme est :

- réalisée sur tout le TPC, s'il a moins de 5 m de large,
- limitée à une largeur de 1,50 m par rapport au bord de la couche de roulement dans le cas contraire.

4 Constitution des chaussées, accotements, et terre-plein central

a. Talus des couches de chaussées

La pente des talus des couches de chaussée à prendre en compte pour les calculs de quantité et les dessins d'exécution est donnée dans la figure 2.

Figure 2 - Pente des talus des couches de chaussées

Grave traitée, Sable traité, Grave non traitée		1 de haut/1 de base
Grave bitume, Enrobé à module élevé		2 de haut/1 de base
Enrobé de surface		vertical
Béton de ciment, béton maigre		vertical

b. Surlargeur des couches de chaussée

• Structures bitumineuses ou à assise traitée aux liants hydrauliques

Par rapport à la largeur nominale de la chaussée, il est adopté de part et d'autre une surlargeur de la couche de roulement bitumineuse. L'ARP [2] et l'ICTAAL [3] indiquent que sa valeur est de 0,25 m dans le cas général. Pour assurer des conditions correctes d'exécution, chaque couche de chaussée présente, par rapport à la couche qu'elle supporte, une surlargeur dont la valeur est précisée dans la figure 3.

• Chaussées en béton

Afin de réduire les sollicitations dans la dalle, il est donné une surlargeur à la dalle en fonction du trafic, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 - Surlargeur (en m) de la dalle pour les chaussées en béton

Classe de trafic	≥ TC5	TC4	TC3
Côté droit	0,50	0,50	0,25
Côté TPC	0,25	0,25	0,25

La couche de fondation présente, par rapport à la dalle, une surlargeur de :

- 30 cm côté droit, pour une fondation en grave traitée aux liants hydrauliques, et 10 cm pour du béton maigre,
- 10 cm côté TPC.

c. Accotements et terre-plein central (TPC)

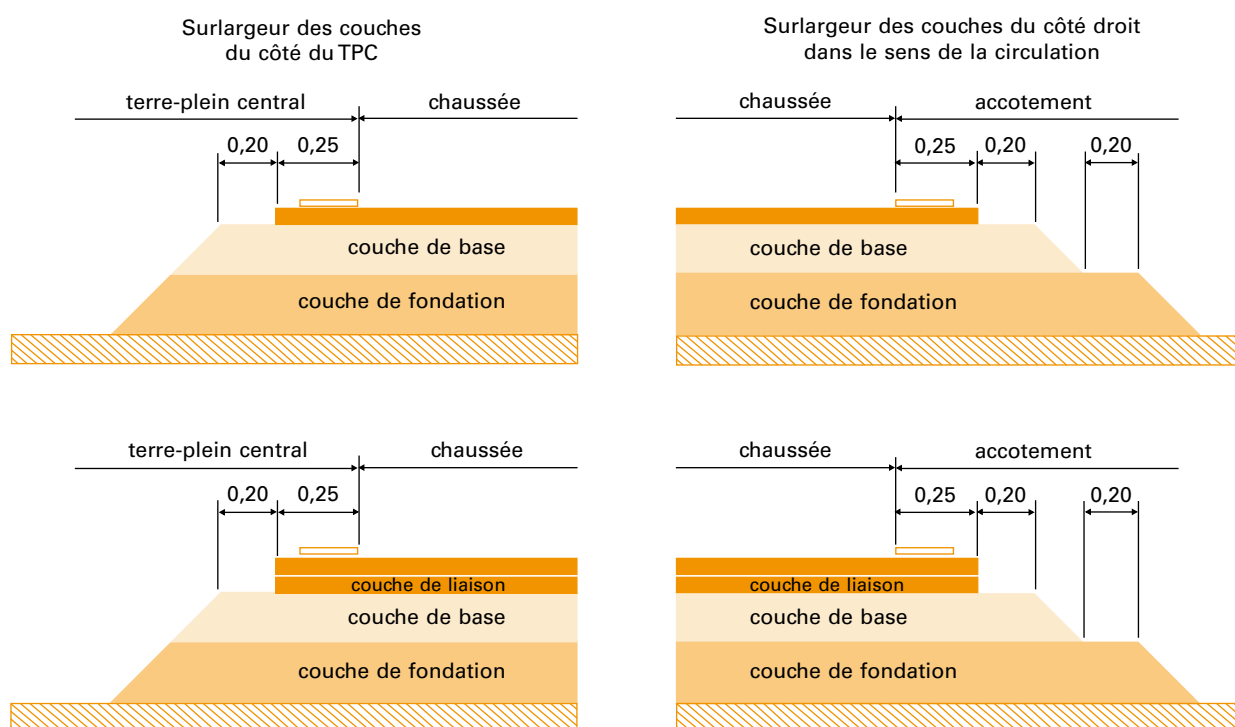
L'ARP[2] indique que la bande stabilisée ou revêtue, en limite de la surlargeur de chaussée, doit pouvoir supporter le passage occasionnel d'un poids lourd; conséquence, le corps de la bande stabilisée ou revêtue devra être constitué de GNT de classe au moins A.

Par ailleurs, il apporte les précisions suivantes concernant le choix entre stabilisation ou revêtement : "le revêtement de la bande dérasée assure une sécurité meilleure que sa simple stabilisation et permet surtout de garantir la permanence dans le temps des qualités de sécurité de l'accotement (pas d'accotement totalement enherbé, pas de saignées, pas de différence de niveau entre la chaussée et l'accotement). L'entretien est en outre simplifié."

Enfin, l'ARP donne des indications relatives au dimensionnement (en profil en travers) et au traitement de la bande dérasée (stabilisée ou revêtue) selon le type de route (hors voies du réseau structurant).

Pour les autoroutes de liaison, l'ICTAAL [3] indique que la bande dérasée de gauche et la bande d'arrêt d'urgence (en dehors de la surlargeur de chaussée) sont stabilisées et revêtues. La bande stabilisée et revêtue de la BAU des autoroutes de liaison doit donc également être au moins constituée de GNT de classe A. Si l'on peut estimer le trafic poids lourds prévisible (accidentel et programmé) sa structure peut être dimensionnée comme celle d'une chaussée.

Figure 3 - Surlargeur des couches de chaussées par rapport à la base de la couche supérieure



En ce qui concerne les VRU, l'ICTAVRU [4] donne les indications suivantes :

" En milieu urbain, la bande d'arrêt d'urgence présente la particularité d'être fréquemment circulée pour des raisons programmées (exploitation sous travaux) ou accidentelles. Il est donc souhaitable de concevoir sa structure comme celle d'une voie normale, dimensionnée en fonction du trafic moyen journalier annuel prévisible. En fonction de la largeur prévue pour la bande dérasée de gauche, il peut être opportun de la traiter avec le même matériau que les assises, ou avec un matériau spécifique. En tout état de cause, sa protection et celle du support contre les intempéries justifient qu'elle soit revêtue."

Le Guide des coupes transversales de 1988 [1] fournit un certain nombre d'indications sur la réalisation des accotements selon que la bande dérasée (bande d'arrêt) est revêtue ou simplement stabilisée (hors surlargeur de chaussée). Pour les chaussées en béton on se reportera au Guide Technique [5].

En ce qui concerne le TPC, on se reportera :

- pour leur fonction et leur dimensionnement en profil en travers, aux Instructions en vigueur [2], [3], [4],
- pour leur constitution et leur réalisation, au Guide des coupes transversales [1], ou au Guide des chaussées en béton [4]. L'ICTAAL indique qu'une bande médiane (hors bandes dérasées de gauche) de largeur inférieure à 3 m est généralement stabilisée et revêtue pour faciliter l'entretien.

5 Coordination des pentes transversales

Les pentes transversales en surface de chaussée, définies par les Instructions en vigueur [2], [3] et [4], et les règles de variation transversale d'épaisseur exposées dans la Notice d'utilisation conduisent, à la base des assises de chaussée, à une pente transversale optimale théorique.

La pente transversale optimale théorique est la pente de la plate-forme support de chaussée qui permet d'obtenir directement la pente de la chaussée finie (en surface), après interposition des couches de chaussée, sans surépaisseur de celles-ci, ni sous-couche.

Lorsque la pente de la plate-forme support de chaussée peut être quelconque (cf Notice d'utilisation tableau 6), elle est réglée à la pente optimale théorique.

Quand la plate-forme doit être réglée selon une pente différente afin de la protéger des dégradations dues au ruissellement, il faut adopter un procédé de rattrapage permettant de se raccorder à la pente optimale théorique à la base de la chaussée. Plusieurs procédés sont envisageables :

- apport d'une sous-couche de chaussée,
- traitement du support de chaussée,
- remodelage du profil de la plate-forme,
- accroissement de l'épaisseur de la couche de fondation.

Ces procédés sont décrits et analysés dans le Guide des coupes transversales [1].

Le choix se fait à l'issue d'une étude comparative intégrant la faisabilité technique, le coût et l'intérêt de chaque solution, dans l'optique d'une optimisation du couple chaussée-plate-forme.

6 Références bibliographiques

- [1] Etablissement des coupes transversales de chaussées, SETRA-CETE de l'Ouest, Avril 1988.
- [2] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des routes nationales, et Guide technique annexé "Aménagement des Routes Principales" (ARP), SETRA, 1994
- [3] ICTAAL : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaisons SETRA, 1985.
- [4] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines CERTU ,1990.
- [5] Guide technique "Chaussées en béton", SETRA-LCPC, 1997.

6 ESTIMATION DU COÛT GLOBAL D'UNE STRUCTURE, PAR APPLICATION DE LA CIRCULAIRE DR 89-46 DU 8 AOÛT 1989

La comparaison entre solutions est faite sur le coût global "construction et entretien". Cela fait intervenir :

- le coût de la construction;
- une durée sur laquelle on comptabilise les dépenses d'entretien;
- un scénario type d'entretien et de renforcement, fonction du trafic prévu sur cette durée;
- une règle financière d'actualisation pour une évaluation des dépenses ramenées à la date de construction.

Coût de la construction

Si l'étude économique est faite par le maître d'œuvre dès l'avant projet, l'analyse doit s'attacher, pour les différentes structures, à optimiser l'ensemble terrassement - couche de forme - chaussée - drainage dans les cas de chaussées neuves, et doit veiller à l'exploitation de la route pour les cas de renforcements.

Il est préférable de réaliser la comparaison économique après un appel d'offres ouvert aux différentes techniques pour avoir les coûts précis d'investissement avec le résultat des offres. Dans cette circonstance, pour que l'épaisseur de couche de forme et les dispositions des ouvrages de drainage puissent être adaptées aux choix du type de chaussée, l'appel d'offres "chaussées" sera lancé suffisamment en amont et le marché de terrassements comportera une tranche conditionnelle. Lorsque l'appel d'offres de travaux de chaussées ne comprend pas la fourniture des granulats, le maître d'œuvre doit lancer un appel d'offres « granulats » pour les fractions communes aux différentes structures de chaussée avec une tranche conditionnelle portant sur les fractions granulaires propres à chaque type de chaussées.

Durée sur laquelle on comptabilise les dépenses d'entretien

La durée retenue par la circulaire pour la comparaison économique entre solutions est de trente ans, étant rappelé que les structures du catalogue 1977 et de son actualisation étaient conçues pour un trafic cumulé estimé sur vingt ans, avec un faible taux de risque sur cette période.

Scénarios type d'entretien

Les scénarios type d'entretien, applicables au réseau routier national, ont été définis sur la base de données statistiques à partir du bilan de comportement d'un certain nombre de sections de routes et autoroutes. Ces scénarios s'inscrivent dans une logique d'entretien préventif pour des structures élaborées pour un faible risque d'endommagement à l'issue de la durée du projet.

Règle financière d'actualisation

La règle financière d'actualisation correspond au choix d'un taux d'actualisation "a" qui est fixé par le plan quinquennal en cours (8% en 1995). Dans l'estimation du coût global "construction et entretien", la dépense d'entretien "D_n", faite à l'année "n", est valorisée pour un montant :

$$D_n \times Ca_n \text{ avec } Ca_n = \frac{1}{(1 + a)^n}$$

Dans l'analyse comparative, les coûts à prendre en considération doivent intégrer à la fois les dépenses d'entretien et celles connexes de signalisation, les travaux annexes sur dépendances et de surveillance de chantiers.

Le coût des divers types de dépenses est à choisir en fonction des données locales récentes pour des contextes semblables de chantier d'entretien ou de renforcement, mais hors conjoncture exceptionnelle.

Tableau 1 - Scénarios-types d'entretien pour les structures en béton du réseau RN. Circulaire Direction des Routes (extrait du guide de conception et de dimensionnement des chaussées (Déc. 1994) Chapitre II.4.4. Tableau II.2.).

Structures	Classes de trafic					
	T0		T1		T2	
Dalles courtes à joints non goujonnés 20 ans	(*) 5 ans	BBTM + J	5 ans	J	5 ans	J
			(*) 6 ans	ES		
					(*) 7 ans	ES
	10 ans	J	10 ans	J	10 ans	J
	12 ans	50% BBTM				
	15 ans	J	15 ans	J	15 ans	J
		50% BBTM				
			16 ans	ES		
					17 ans	ES
	19 ans	50% BBTM				
	20 ans	J	20 ans	J	20 ans	J
			23 ans	ES	23 ans	ES
	25 ans	J	25 ans	J	25 ans	J
		BBTM				
	30 ans	15 GB + 8 BB ou 20 BAC	30 ans	12 GB + 8 BB ou 18 BAC	30 ans	10 GB + 8 BB ou 16 BAC
Dalles courtes à joints goujonnés et dalles épaisses	(*) 5 ans	BBTM				
			(*) 6 ans	ES		
	7 ans	J		J	(*) 7 ans	J
						ES
	12 ans	50% BBTM				
	15 ans	50% BBTM				
	16 ans	J	16 ans	J	16 ans	J
				ES		
					17 ans	ES
	19 ans	50% BBTM				
	23 ans	J	23 ans	J	23 ans	J
				ES		ES
	25 ans	BBTM				
	30 ans	15 GB + 8 BB ou 20 BAC	30 ans	12 GB + 8 BB ou 18 BAC	30 ans	10 GB + 8 BB ou 16 BAC
Béton armé continu	(*) 5 ans	BBTM				
			(*) 6 ans	BBTM		
	7 ans	JL	7 ans	JL	(*) 7 ans	JL
						ES
	12 ans	50% BBTM				
	15 ans	50% BBTM				
	16 ans	JL	16 ans	BBTM	16 ans	JL
				JL		
					17 ans	ES
	19 ans	50% BBTM				
	23 ans	JL	23 ans	JL	23 ans	JL
				BBTM		ES
	25 ans	BBTM				
	30 ans	15 GB + 8 BB ou 20 BAC	30 ans	12 GB + 8 BB ou 18 BAC	30 ans	10 GB + 8 BB ou 16 BAC

*Si le traitement initial est un dénudage, l'intervention traitement de surface est retardée de 3 ans.

Tableau 2 - Scénarios-types d'entretien pour les structures souples, semi-rigides et mixtes du réseau RN. Circulaire Direction des Routes (extrait du guide de conception et de dimensionnement des chaussées (Déc. 1994) Chapitre II.4.4. Tableau II.3.).

Structures	Classes de trafic					
	T0		T1		T2	
Structures traitées aux liants hydrauliques	3 ans	33% CF	4 ans	33% CF	4 ans	30% CF
	4 ans	33% CF	5 ans	33% CF	5 ans	30% CF
	5 ans	33% CF	6 ans	33% CF		
	8 ans	60 % BB 4 cm	8 ans	20 % ES	8 ans	20 % ES
		40 % BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	12 ans	50% CF	12 ans	50% CF	12 ans	60% CF
	16 ans	60% BB 4 cm	16 ans	20% ES	16 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	24 ans	60% BB 4 cm	24 ans	20% ES	24 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	30 ans	45% BB 4 cm	30 ans	15% ES	30 ans	15% ES
		30% BB 8 cm		30% BB 4 cm		30% BB 4 cm
				30% BB 8 cm		30% BB 8 cm
Structures mixtes (grave-bitume/ matériau traité aux liants hydrauliques)	5 ans	20% CF	5 ans	20% CF		
	9 ans	60% BB 4 cm	9 ans	20% ES	9 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	17 ans	60% BB 4 cm	17 ans	20% ES	17 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	25 ans	60% BB 4 cm	25 ans	20% ES	25 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	30 ans	37% BB 4 cm	30 ans	12% ES	30 ans	12% ES
		25% BB 8 cm		25% BB 4 cm		25% BB 4 cm
				25% BB 8 cm		25% BB 8 cm
Structures souples (grave-bitume/ grave non traitée et grave-bitume/ grave-bitume)	9 ans	60% BB 4 cm	9 ans	20% ES	9 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	17 ans	60% BB 4 cm	17 ans	20% ES	17 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	25 ans	60% BB 4 cm	25 ans	20% ES	25 ans	20% ES
		40% BB 8 cm		40% BB 4 cm		40% BB 4 cm
				40% BB 8 cm		40% BB 6 cm
	30 ans	37% BB 4 cm	30 ans	12% ES	30 ans	12% ES
		25% BB 8 cm		25% BB 4 cm		25% BB 4 cm
				25% BB 8 cm		25% BB 8 cm

Exemple d'application :

L'exemple suivant illustre la méthode d'estimation du coût global d'une structure dans le cas d'un projet de construction d'une autoroute de liaison. Les données relatives au trafic sont celles appliquées au second tronçon de l'exemple n°3 de la notice d'utilisation.

Rappel des données de trafic¹ :

Il s'agit d'une autoroute de liaison donc d'une voie de type VRS (voie du réseau structurant). La durée de dimensionnement initiale est de 30 ans (à compter de l'année de mise en service : 2009).

L'étude du trafic a permis d'établir que le trafic cumulé sur 30 ans s'élevait à 7,8 millions de PL, ce qui correspond à une classe de trafic **TC5₃₀**.

Choix du type de structure :

On souhaite retenir deux types de structure : l'une en GB3, l'autre en GC. On suppose par ailleurs que la plateforme est de classe PF3.

Les solutions proposées dans le catalogue pour ces deux types de structure sont les suivantes :

solution GB3	solution GC :
BBTM 2 cm	BBTM 2 cm
BBSG 6cm	BBSG 6cm
GB3 11 cm	GC 32 cm
GB3 10 cm	

La durée de comparaison des deux solutions en terme de coût global est de trente ans.

Estimation du coût global :

• coûts élémentaires :

Le tableau 3 représente les coûts élémentaires pris en compte dans cet exemple :

L'exemple consiste à faire une estimation, en s'appuyant sur ces coûts élémentaires, du coût global de chacune des structures, sur la durée de comparaison de trente ans (en s'appuyant sur la circulaire 89-46 du 8 août 1989).

Tableau 3 - (extraits du Bulletin d'information Route n°52 - Bilan 1996)

Technique de chaussée	Unité	Prix moyens (Frs HT)
Travaux neufs		
BBSG	t	175.40
BBM	t	177.00
BBTM	m ²	10.20
Grave Bitume	t	199.00
Couche d'accrochage	m ²	1.57
Grave Ciment	t	83.00
Grave Laitier	t	125.00
Couche de protection	m ²	0.90
Travaux d'entretien		
BBSG	t	244.20
BBM	t	230.40
BBTM	m ²	17.40
ES bicouche	m ²	13.00
ES monocouche	m ²	8.53
Pontage des fissures (CF)	ml	7.00

Masse volumique des enrobés : 2,45 t/m³

Masse volumique des MTLH : 2,50 t/m³

• coût de construction :

Le coût de construction initial se calcule aisément à partir des épaisseurs et des coûts élémentaires des matériaux.

Les tableaux suivants précisent, pour les deux solutions retenues, les valeurs de ces coûts par mètre linéaire (pour une largeur de chaussée de 3,50 m).

Coûts de construction par ml (sur 3,50 m de large) :

1. structure GC

	prix unitaire unité prix	masse vol. (t/m ³)	épais. (cm)	volume (m ³)	masse (t)	coût (F HT)
BBSG	F/t175,40	2,45	6	0,21	0,51	90,24 F
BBTM	F/m ² 10,20	-	2	-	-	35,70 F
GC	F/t83,00	2,5	32	1,12	2,80	232,40 F
TOTAL			40	1,33	3,31	358,34 F

2. structure GB

	prix unitaire unité prix	masse vol. (t/m ³)	épais. (cm)	volume (m ³)	masse (t)	coût (F HT)
BBSG	F/t175,40	2,45	6	0,21	0,51	90,24 F
BBTM	F/m ² 10,20	-	2	-	-	35,70 F
GB3	F/t199,00	2,45	10	0,35	0,86	170,64 F
GB3	F/t199,00	2,45	110	3,85	9,44	187,71 F
TOTAL			290	9,45	2,32	484,29 F

¹ pour le détail des calculs, se reporter à l'exemple 3 de la notice d'utilisation.

• **coût d'entretien :**

Les coûts des enrobés en 4 et 8 cm d'épaisseurs ainsi que le coût de l'enduit superficiel utilisés pour les entretiens, sont les suivants :

$$\text{BB 4 : } 244,20 \text{ (F/t)} \times 2,45 \text{ (t/m}^3\text{)} \times 0,04 \text{ (m)} \times 3,50 \text{ (m)} \\ = \mathbf{83,76 \text{ F / ml}}$$

$$\text{BB 8 : } 244,20 \text{ (F/t)} \times 2,45 \text{ (t/m}^3\text{)} \times 0,08 \text{ (m)} \times 3,50 \text{ (m)} \\ = \mathbf{167,52 \text{ F / ml}}$$

$$\text{ES : } 8,53 \text{ (F/m}^2\text{)} \times 3,50 \text{ (m)} \\ = \mathbf{29,86 \text{ F / ml}}$$

La circulaire DR 89-46 fournit des scénarios d'entretien pour différents types de structure et pour trois classes

de trafic : T0, T1, et T2, correspondant respectivement à TC6, TC5, et TC4.

Dans notre exemple, la classe de trafic à retenir est TC5₃₀, soit T1.

• **coût actualisé des structures GC et GB3: (par ml)**

Les tableaux suivants fournissent le coût global actualisé des deux structures, selon le scénario type considéré.

Il en ressort que pour cet exemple, la structure en grave bitume est 23 % plus chère que celle en grave ciment.

STRUCTURE GC

année	travaux	coût année zéro		coefficient d'actualisation	coût actualisé
0	construction	358,34	358,34 F	1,00	358,34 F
4	33% CF	7 x 0,33	2,31 F	0,74	1,70 F
5	33% CF	7 x 0,33	2,31 F	0,68	1,57 F
6	33% CF	7 x 0,33	2,31 F	0,63	1,46 F
8	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,54	3,23 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,54	18,10 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,54	36,20 F
12	50% CF	7 x 0,5	3,50 F	0,40	1,39 F
16	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,29	1,74 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,29	9,78 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,29	19,56 F
24	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,16	0,94 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,16	5,28 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,16	10,57 F
30	15% ES	29,86 x 0,15	4,48 F	0,10	0,45 F
	30% BB4	83,76 x 0,3	25,13 F	0,10	2,50 F
	30% BB8	167,52 x 0,3	50,26 F	0,10	4,99 F
sous-total entretien :					119,46 F
TOTAL :					477,80 F

STRUCTURE GB3

année	travaux	coût année zéro		coefficient d'actualisation	coût actualisé
0	construction	484,29	484,29 F	1,00	484,29 F
9	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,50	2,99 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,50	16,76 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,50	33,52 F
17	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,27	1,61 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,27	9,06 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,27	18,11 F
25	20% ES	29,86 x 0,2	5,97 F	0,15	0,87 F
	40% BB4	83,76 x 0,4	33,50 F	0,15	4,89 F
	40% BB8	167,52 x 0,4	67,01 F	0,15	9,78 F
30	12% ES	29,86 x 0,12	3,58 F	0,10	0,35 F
	25% BB4	83,76 x 0,25	20,94 F	0,10	2,08 F
	25% BB8	167,52 x 0,25	41,88 F	0,10	4,16 F
sous-total entretien :					104,18 F
TOTAL :					588,47 F

NOTES

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal lines.

Document publié par le SETRA

sous la référence D9828

Conception et réalisation

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Dessins

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Crédits photographiques

Direction des Routes, Eric Bénard

Flashage

DFG - Communication

Impression

GEORGES LANG - Boudin

Dépôt légal

3^{ème} trimestre 1998

Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

46, avenue Aristide Briand

B.P. 100

F-92225 Bagneux Cedex

Téléphone : 01 46 11 31 31

Télécopie : 01 46 11 31 69

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

L'édition 1998 du catalogue des structures se présente sous la forme de trois fascicules et de deux séries de fiches de structures, une série bleue pour les voies du réseau structurant et une série verte pour les voies du réseau non structurant.

Ce catalogue propose aux ingénieurs responsables de projets routiers plusieurs familles de structures de chaussées précalculées par la méthode française de dimensionnement

L'utilisation du catalogue des structures nécessite une bonne connaissance de plusieurs documents techniques relatifs aux chaussées et aux terrassements. Le présent fascicule intitulé "**Annexes**" propose à l'ingénieur des synthèses sommaires de certains documents techniques qui pourront ainsi l'aider dans l'utilisation de ce document.

CATALOGUE OF STANDARD STRUCTURES FOR NEW PAVEMENTS

The 1998 edition of the pavement structure catalogue is in three parts, with two series of structure sheets, a blue series for structural network roads and a green series for non-structural network roads.

This catalogue offers engineers in charge of road projects several families of pavement structures, pre-designed by the French designing method.

*Using the structure catalogue requires a good knowledge of several technical documents on pavements and earthworks. This part, entitled "**Annexes**", offers the engineer outline summaries of some technical documents that will help him to use the catalogue.*

Ce document fait partie d'un ensemble constitué de 3 fascicules, 52 fiches et un boîtier qui ne peuvent être vendus séparément.

Ensemble disponible sous la référence **D9828**
au prix de **300 F.**

au bureau de vente du SETRA
46, avenue Aristide Briand
BP 100
F-92225 BAGNEUX CEDEX
téléphone 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55
télécopie 01 46 11 33 55

à l'IST-Diffusion – LCPC
58, boulevard Lefebvre
F-75732 PARIS CEDEX 15
téléphone 01 40 40 52 26
télécopie 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>

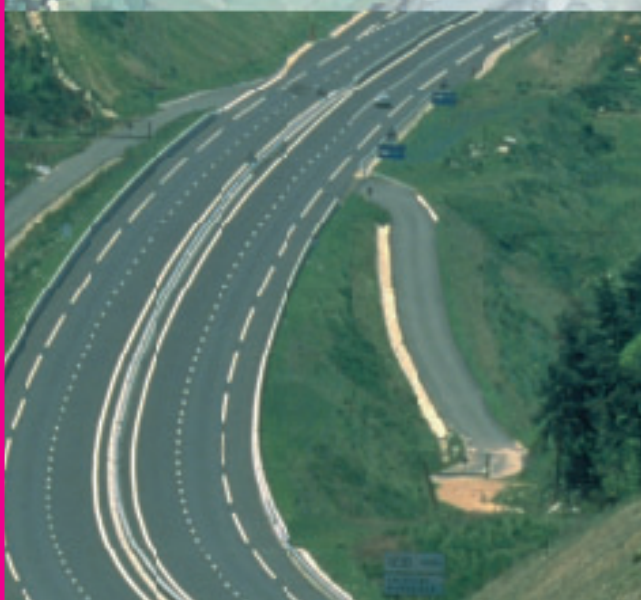


Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Notice d'utilisation



Édition 1998



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Page laissée blanche intentionnellement

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Notice d'utilisation

Édition 1998

Document édité et diffusé par :



Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - F-92225 BAGNEUX CEDEX
Téléphone : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69



Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - F-75732 PARIS CEDEX 15
Téléphone : 01 40 43 52 26 - Télécopie : 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>

Ce catalogue des structures types de chaussées neuves a été rédigé par un groupe de travail constitué par des représentants du Réseau Technique du Ministère de l'Équipement et sa validation technique assurée par Messieurs Jean-François CORTÉ (LCPC) et Yves GUIDOUX (SETRA).

Le groupe de travail était constitué de :

- Antoine DE BOISSOUDY (LCPC) †
- Michel DAUZATS (LRPC d'Aix-en-Provence)
- Valérie GOYON (SETRA), secrétaire technique du groupe
- Rolf KOBISCH (LRPC de Saint-Brieuc)
- Cédric LEROUX (SETRA)
- Hugues ODEON (LCPC)
- David SANCHEZ (Stagiaire au SETRA)

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.

© 1998 - SETRA - LCPC

ISBN 2-11 085841 9

ISSN 1151-1516

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE	4
2	DÉTERMINATION DE LA CATÉGORIE DE LA VOIE	5
3	DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC	5
4	DÉTERMINATION DE LA PLATE-FORME SUPPORT DE CHAUSSÉE	6
5	CHOIX DE LA COMPOSITION DE LA COUCHE DE SURFACE	9
6	VÉRIFICATION AU GEL-DÉGEL	9
7	COUPE TRANSVERSALE DE LA CHAUSSÉE	12
8	MISE EN CONCURRENCE DE STRUCTURES D'ÉPAISSEURS DIFFÉRENTES	13
	EXEMPLES D'UTILISATION	14
	ANNEXES	
	ANNEXE 1	20
	ANNEXE 2	21
	ANNEXE 3	23

PRÉAMBULE

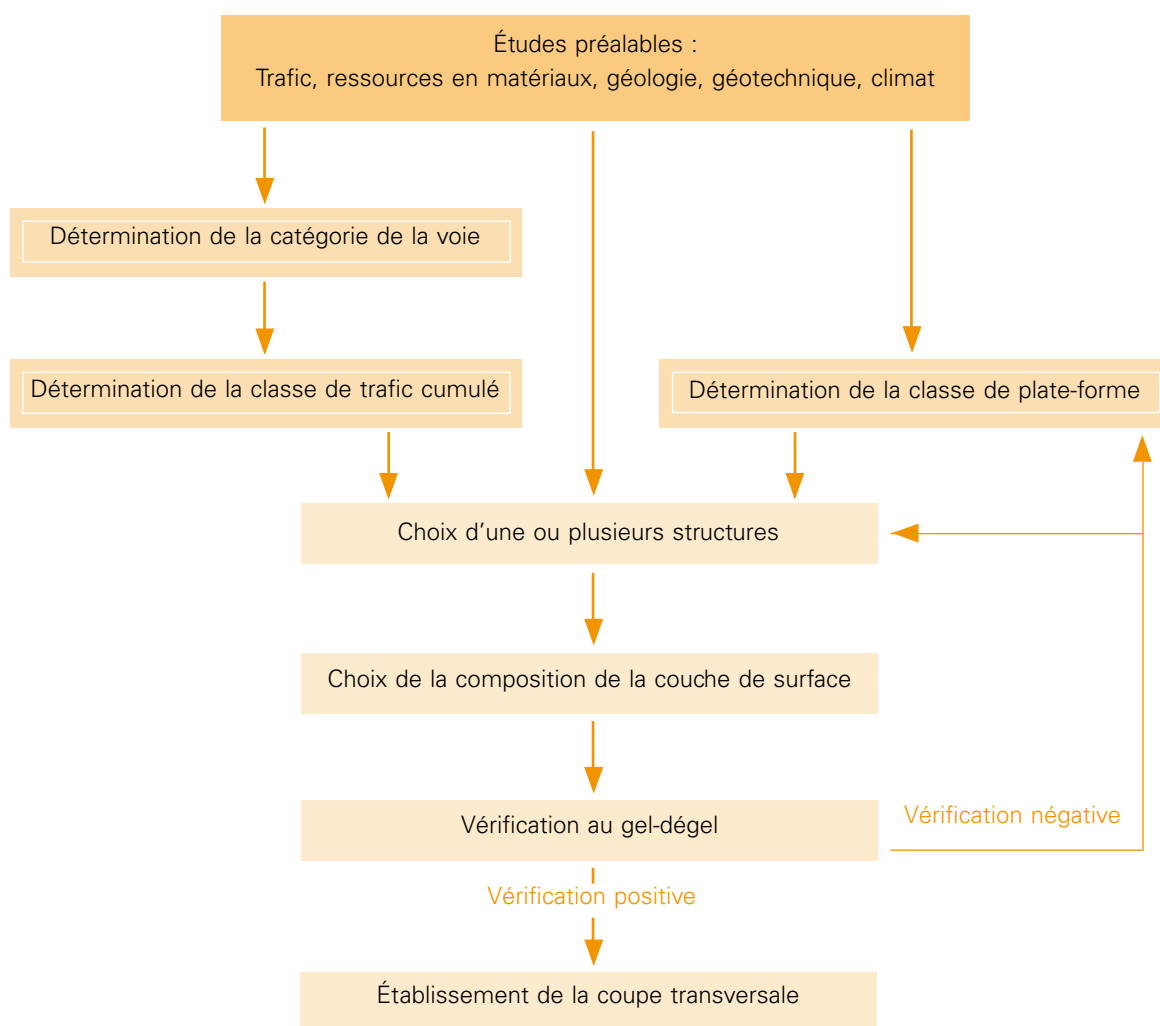
Le catalogue des structures types de chaussées neuves s'appuie sur un ensemble de documents techniques relatifs aux chaussées et aux terrassements (normes, fascicules du cahier des clauses techniques générales, guides techniques, guides d'application des normes, ...). Son emploi implique donc une bonne connaissance de ces textes dont la liste est rappelée dans le fascicule **Annexes** partie 1.

Le catalogue se présente sous la forme d'un jeu de fiches de structures définies à partir de la catégorie de la voie, du trafic cumulé que devra supporter la chaussée et de la plate-forme support de chaussée. La démarche pour déterminer la structure de la chaussée est analogue à celle employée dans le catalogue 1977 mais comporte deux étapes supplémentaires qui sont :

- la détermination de la catégorie de la voie
- le choix de la composition de la couche de surface

Parmi toutes les fiches de structures proposées, le choix de l'ingénieur doit tenir compte des conditions économiques locales, de la nature et de la qualité des matériaux disponibles. Le schéma synoptique suivant (figure 1) illustre toutes les étapes de cette démarche. Vous trouverez également en fin de document un cas concret qui explicite la démarche à suivre.

Figure 1 - Présentation de la démarche de détermination d'une structure de chaussée



1 DÉTERMINATION DE LA CATÉGORIE DE LA VOIE

Le catalogue différencie, vis-à-vis du dimensionnement, deux catégories de voies. Pour chaque structure de chaussée, il existe donc deux types de fiches. L'un est relatif aux **voies du réseau structurant** et l'autre aux **voies du réseau non structurant**.

La détermination de la catégorie de la voie se fait à partir du **Catalogue des types de route en milieu interurbain [1]** :

- les types 1 et 2 de ce catalogue (autoroutes et routes express à une chaussée) sont considérées comme des voies du réseau structurant, notées **VRS**;
- les types 3 et 4 (artères interurbaines et autres routes) sont considérées comme les voies du réseau non

structurant, notées **VRNS**.

L'ingénieur responsable du projet après avoir déterminé la catégorie de la voie projetée, se reportera aux fiches de structures correspondantes.

La différence de dimensionnement des structures de chaussées de ces deux catégories de voies résulte d'hypothèses de calculs différentes (durée de dimensionnement initiale de 30 ans pour les VRS et de 20 ans pour les VRNS, agressivité, ...). Ces données sont détaillées dans le fascicule **Hypothèses et données de calcul** auquel l'ingénieur peut se reporter pour une plus ample information.

2 DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC

2.1 Donnée d'entrée trafic

Dans les fiches de structures, la donnée de trafic prise en compte est une classe de trafic poids lourds cumulé. La définition du poids lourd est la suivante :

Véhicule de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge (PTAC)

Les classes de trafic poids lourds cumulé sont définies par leur borne supérieure. Le trafic pris en compte est le nombre de poids lourds circulant sur la voie la plus chargée, cumulé sur la durée de dimensionnement de la chaussée.

Le tableau suivant définit deux séries de huit classes de trafic cumulé : une pour les VRS notée TCi_{30} ($i^{\text{ème}}$ classe de trafic cumulé sur 30 ans), une pour les VRNS notée TCi_{20} ($i^{\text{ème}}$ classe de trafic cumulé sur 20 ans).

Les classes $TC1_{30}$ et $TC1_{20}$ n'ont pas été retenues dans les fiches de structures de ce catalogue. Elles correspondent à des trafics très faibles qui ne sont pas rencontrés sur le réseau national. En outre les structures n'ont pas été calculées pour les classes $TC2_{30}$ et $TC3_{30}$ sur VRS, et la classe $TC8_{20}$ sur VRNS qui ne se rencontrent pas.

Les bornes supérieures des classes de trafic cumulé figurent sur chaque fiche de structure.

Ces classes TCi sont relatives au trafic cumulé, utilisé pour le dimensionnement des structures. Elles se distinguent des classes Ti , relatives au débit journalier, et utilisées pour les spécifications d'usage des matériaux (normes, documents d'application des normes).

2.2 Répartition du trafic poids lourd par voie de circulation

En l'absence de données précises sur la répartition des poids lourds entre les différentes voies de la chaussée, on adoptera les valeurs suivantes :

- chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic poids lourd sur la voie de droite
- chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic poids lourd sur la voie de droite et 20% sur la voie médiane.

Ces valeurs sont relatives aux sections courantes en rase campagne. Dans tous les autres cas une étude particulière devra être conduite.

Tableau 1 - Bornes supérieures des classes de trafic cumulé pour les VRS et les VRNS (exprimées en millions de poids lourds)

VRS	$TC1_{30}$	$TC2_{30}$	$TC3_{30}$	$TC4_{30}$	$TC5_{30}$	$TC6_{30}$	$TC7_{30}$	$TC8_{30}$
	0,5	1	3	6	14	38	94	
VRNS	$TC1_{20}$	$TC2_{20}$	$TC3_{20}$	$TC4_{20}$	$TC5_{20}$	$TC6_{20}$	$TC7_{20}$	$TC8_{20}$
	0,2	0,5	1,5	2,5	6,5	17,5	43,5	

2.3 Calcul du nombre cumulé de poids lourds sur la voie la plus chargée

Le calcul du nombre de poids lourds cumulé $TCi_{20 \text{ ou } 30}$ se fait à l'aide de la relation suivante :

$$TCi_{20 \text{ ou } 30} = 365 \times T \times C$$

avec T : trafic poids lourd MJA à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée

$$C = d + t \times d \times (d-1)/2$$

avec d : durée de dimensionnement initiale de la chaussée

t : taux de croissance linéaire annuelle du trafic lourd/100

Cette formule est valable seulement dans le cas où les hypothèses de croissance du trafic lourd se réduisent à un seul taux de croissance annuelle se rapportant à l'année de mise en service. Dans les autres cas plus complexes, l'ingénieur se reportera aux exemples d'utilisation pour savoir comment calculer le nombre de poids lourds cumulé.

Dans tous les cas une étude préalable de trafic sera faite pour définir le taux de croissance linéaire annuel (t) à retenir pour le projet et le trafic poids lourds MJA (T) attendu à la mise en service sur la voie la plus chargée.

Une fois ces paramètres connus, le nombre de poids lourds cumulé sur la durée de dimensionnement de la chaussée peut être calculé. Ce nombre est à comparer aux valeurs du tableau 1 pour déterminer la classe TCi à prendre en compte.

Remarque :

Le dimensionnement d'une structure de chaussée se fait en réalité à partir du nombre d'essieux équivalents, noté NE (en France l'essieu équivalent est l'essieu isolé de 130 kN autorisé par le Code de la route). NE se calcule par la formule suivante :

$$NE = TCi \times CAM$$

où CAM est un coefficient d'agressivité structurelle moyen qui dépend de la nature de la voie et du type de structure. Les valeurs des coefficients retenus pour les structures du catalogue figurent dans le tableau 6 du fascicule **Hypothèses et données de calcul**.

Sur chaque fiche de structure figurent les valeurs des bornes supérieures des classes de trafic poids lourds cumulé exprimées en nombre d'essieux équivalents, et le coefficient d'agressivité structurelle moyen.

3 DÉTERMINATION DE LA PLATE-FORME SUPPORT DE CHAUSSÉE

La plate-forme support de chaussée se détermine à partir des indications du **Guide technique Réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) [2]**.

Les structures de chaussée sont construites sur un ensemble dont la surface supérieure est appelée plate-forme support de chaussée. Cet ensemble est constitué :

- d'un sol support (déblai ou remblai, sol en place ou rapporté) désigné dans sa partie supérieure (sur 1 mètre d'épaisseur environ) par le terme *partie supérieure des terrassements*, notée PST, et dont la surface constitue l'arase de terrassement, notée AR.
- d'une couche de forme éventuelle mise en oeuvre sur la PST.

Les plates-formes doivent présenter :

- à court terme (lors de la réalisation du chantier), un

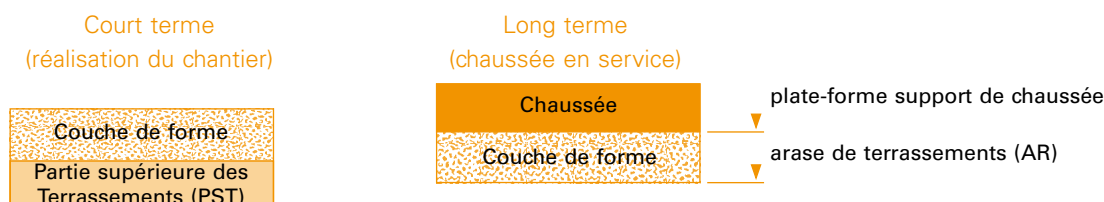
niveau de traficabilité qui permette la circulation des engins approvisionnant les matériaux d'assise, un nivellement qui assure la régularité des épaisseurs prescrites pour les couches de chaussée et un niveau de déformabilité qui autorise un compactage satisfaisant de celles-ci.

- à long terme, une portance minimale pour assurer le bon fonctionnement de la chaussée en service : les plates-formes sont regroupées de ce point de vue en 3 classes par ordre croissant de portance estimée à long terme, de PF2 à PF4.

La couche de forme est réalisée en vue de remplir ces fonctions lorsque la PST ne peut y répondre.

Le schéma suivant (figure 2) montre les parties d'ouvrage concernées à court et long termes.

Figure 2 - Parties d'ouvrage concernées à court terme et long terme



3.1 Détermination de la classe de plate-forme à long terme

La classe de la plate-forme à long terme se détermine sur la base des résultats des études géotechniques préalables, à l'aide du **Guide technique Réalisation des remblais et des couches de forme** (GTR) [2], document de référence auquel l'ingénieur doit se reporter. La partie 3 du fascicule **Annexes** présente un résumé synthétique des indications fournies par ce document et des exemples de détermination de la classe de la plate-forme.

a. Rappel de la démarche

La détermination de la classe de la plate-forme support de chaussée, notée PF_j , résulte :

1. de l'appréciation du comportement à long terme du sol support, sur l'épaisseur de la PST,
2. de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme éventuelle.

Comportement à long terme du sol support

Le comportement à long terme du sol support sur l'épaisseur de la PST est apprécié à partir :

- de la nature et de l'état du sol (cf. classification géotechnique)
- de l'environnement hydrique pour les conditions les plus défavorables, périodes de gel-dégel exclues.

Ceci conduit à une caractérisation du support par un cas de PST et une classe de portance AR_i de l'arase terrassements.

Nature et épaisseur de la couche de forme éventuelle

La nature et l'épaisseur de la couche de forme sont définies lors de l'étude géotechnique préalable en fonction

des matériaux disponibles, de la situation météorologique prévisible au moment des travaux, de l'organisation du chantier (circulation des engins) et du cas de PST rencontré. Le GTR [2] préconise des épaisseurs de matériaux insensibles à l'eau (ou rendus insensibles par un traitement approprié) permettant d'assurer la circulation quasi tout temps des engins sur la plate-forme ainsi constituée.

Une comparaison économique sur l'ensemble PST-couche de forme-chaussée, en tenant compte de la vérification au gel-dégel, permet de comparer l'intérêt de plusieurs solutions de couche de forme. La classe de plate-forme est alors déterminée à l'aide de tableaux de classement fonction de la PST, de sa classe d'arase AR_i , de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme retenue (voir GTR [2] et résumé synthétique dans la partie 3 du fascicule **Annexes**).

La démarche suivie est illustrée par la figure 3.

b. Classes de plate-forme prescrites

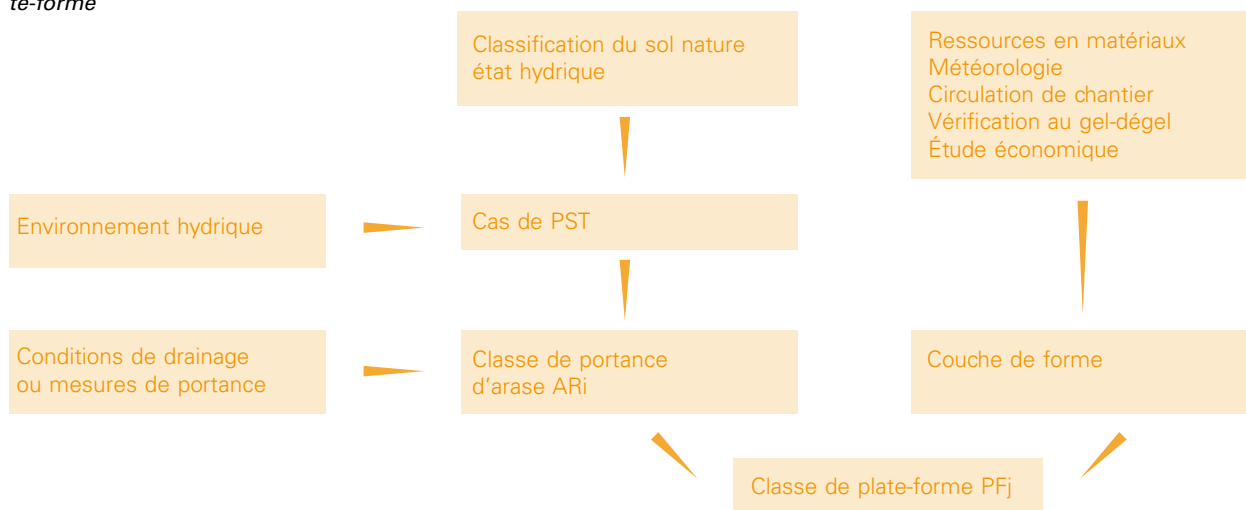
Sauf cas particulier associé à des conditions techniques et économiques locales à justifier, la réalisation de plates-formes PF1 n'est plus autorisée sur le réseau routier national.

Le niveau de portance minimal à obtenir à long terme est modulé en fonction du type de route et du trafic selon les indications du tableau 2.

Tableau 2 - Classes de plate-forme minimales de support de chaussée

Classe de trafic	VRS	VRNS
TC7 et TC8	≥ PF3	≥ PF3
TC6	≥ PF3	≥ PF2
≤ TC5	≥ PF2	≥ PF2

Figure 3 - Démarche de détermination de la classe de plate-forme



3.2 Caractéristiques minimales de la plate-forme à la mise en œuvre des couches de chaussée (à court terme)

Afin de permettre une mise en œuvre correcte de la chaussée, la plate-forme doit présenter en tout point des caractéristiques minimales:

- de nivellement : la tolérance de nivellement est de ± 3 cm par rapport à la cote de la plate-forme finie. Cette tolérance est portée à ± 2 cm dans le cas où l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm ;
- de déformabilité selon l'objectif de classe de plate-forme retenu pour le projet.

La portance sur laquelle se fonde le dimensionnement est une valeur à long terme. On vérifiera au moment du

chantier que la déformabilité n'est pas supérieure à celle attendue à long terme. Dans le cas où l'on table sur un effet positif différé du drainage mis en place ou sur une augmentation dans le temps des caractéristiques mécaniques d'un sol traité, ceci devra être justifié.

Avec une couche de forme en matériaux non traités, on se référera aux valeurs de la première partie du tableau 3. Dans le cas d'une couche de forme en sols traités en place à la chaux ou avec un liant hydraulique, la déflexion maximale au moment où l'on envisage la mise en œuvre des couches de chaussée est indiquée dans la seconde partie du tableau 3. On notera que les exigences sont ici plus sévères que pour les couches de forme en matériau non traité pour éviter la rupture de la couche traitée sous le trafic de chantier.

Tableau 3 - Déformabilité pouvant être exigée au moment de la mise en œuvre des chaussées

Couche de forme non traitée.

Classe de plate-forme visée	Module de déformabilité en MPa (plaque ou dynaplaque)	Déflexion maximale en mm mesurée au déflectographe Lacroix ou à la poutre Benkelman sous essieu de 130 kN
PF2	50	2,0
PF3	120	0,9
PF4	200	0,5

Couche de forme en sols argileux ou limoneux traités en place.

Classe de plate-forme visée	Déflexion maximale en mm mesurée au déflectographe Lacroix ou à la poutre Benkelman sous essieu de 130 kN	
	traitement à la chaux seule	traitement à la chaux + ciment
PF2	1,20	0,80
PF3	0,80	0,60
PF4		0,50

Remarque - La classe de plate-forme PFj n'est pas seulement déterminée par la portance mesurée à la mise en œuvre de la fondation (mesure à court terme), mais aussi par la nature et l'épaisseur de la couche de forme, ainsi que par la classe ARi atteinte par l'arase sous-jacente, conformément au Guide des Terrassements Routiers (GTR) [2], fascicule 1, chapitre 3-3.

4 CHOIX DE LA COMPOSITION DE LA COUCHE DE SURFACE

Toutes les fiches de structures, exceptées celles des chaussées en béton, font apparaître une couche de surface, notée CS. Cette couche de surface comprend une couche de roulement et éventuellement une voire deux couches de liaison. L'épaisseur de la couche de surface figurant sur les fiches est une **épaisseur totale équivalente** d'enrobé. Elle a été définie selon le trafic et la nature de la couche de base, en vue d'assurer la protection de l'assise de chaussée. Les épaisseurs de couche de surface varient de 2,5 cm à 14 cm suivant les types de structures.

Pour la plupart des structures, plusieurs combinaisons de nature de couche de roulement et de couche de liaison sont envisageables. Sur chaque fiche de structure figurent les compositions des couches de surface autorisées.

Le choix de la composition de la couche de surface doit s'effectuer en fonction de l'expérience locale et des

objectifs recherchés vis-à-vis des caractéristiques d'usage (par exemple l'adhérence, le bruit, le confort par temps de pluie, l'obtention d'un uni en adéquation avec le niveau de service de la route,...). Ce choix doit également respecter les spécifications du **Guide d'application des normes pour le réseau routier national** [3], en particulier celles relatives à l'orniérage.

On impose sur les VRS, ainsi que sur les VRNS lorsque le trafic est supérieur à $TC5_{20}$, la dissociation des fonctions des couches de liaison et de roulement. Cette disposition est également conseillée pour la classe $TC5_{20}$. Cette mesure conduit sur ces chaussées à retenir une couche de roulement en béton bitumineux très mince (BBTM), béton bitumineux drainant (BBDr), ou éventuellement en béton bitumineux mince de classe a (BBMa) si les caractéristiques de surface sont satisfaisantes.

5 VÉRIFICATION AU GEL-DÉGEL

La démarche est analogue à celle adoptée pour le catalogue 1977. Le principe en est décrit dans le **Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées** [4], et s'effectue conformément à la norme NF P 98-086 annexe B. La vérification au gel consiste à comparer :

- l'indice de gel atmosphérique de référence, noté IR, qui caractérise la rigueur de l'hiver vis-à-vis duquel on souhaite protéger la chaussée,
- à l'indice de gel admissible de la chaussée, noté IA. Cet indice s'évalue en fonction de la structure de la chaussée, de la sensibilité au gel et de l'épaisseur non gélive de son support.

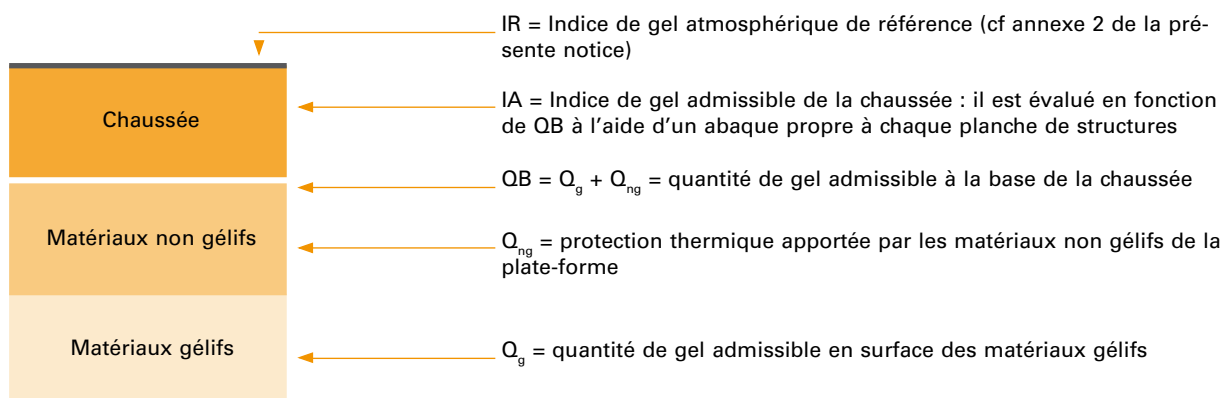
• Si IA est supérieur à IR, la vérification est positive, la structure est retenue.

• Si IA est inférieur à IR, la vérification est négative, la structure est insuffisante.

On reprendra alors l'ensemble du processus de vérification au gel-dégel après avoir :

- soit augmenté l'épaisseur des matériaux non gélifs de plate-forme ou diminué leur sensibilité au gel par un traitement approprié,
- soit choisi dans la fiche de structure une chaussée plus épaisse en passant à la classe de trafic supérieure ou à la classe de plate-forme inférieure.

Figure 4 - Principe de la vérification au gel-dégel



5.1 Choix de l'indice de gel de référence

Le choix de la rigueur de l'hiver de référence conditionne la fréquence des poses éventuelles de barrières de dégel. Il doit être effectué conformément aux instructions en vigueur (Cf. Circulaire DR accompagnant la sortie du présent catalogue). En pratique on considère deux situations de référence :

- l'hiver exceptionnel, noté HE, qui est l'hiver le plus rigoureux rencontré entre 1951 et 1997,
- l'hiver rigoureux non exceptionnel, noté HRNE, défini comme étant l'hiver décennal sur la période 1951-1997. En pratique l'indice de gel de l'hiver rigoureux non exceptionnel est déterminé comme étant la $n^{\text{ième}}$ plus forte valeur d'indice de gel rencontrée pendant la période 1951-1997 avec :

$n = (\text{nombre d'années pour lesquelles on dispose de valeur d'indice de gel}) / 10$.

Exemple : si l'on dispose pour une station donnée de 26 années de mesures entre 1951 et 1997, n sera égal à $26/10 = 2,6$ arrondi à 3. L'indice de gel pour l'HRNE de cette station sera la troisième plus forte valeur d'indice de gel rencontrée pendant la période 1951-1997.

L'annexe 2 de la présente notice fournit les indices de gel des hivers exceptionnels et rigoureux non exceptionnels déterminés pour les principales stations météorologiques françaises sur la période 1951-1997.

Ces valeurs caractérisent la station météorologique elle-même et ne sont pas toujours représentatives de l'ensemble d'un département. Pour déterminer l'indice de gel à retenir pour un projet éloigné d'une station météorologique principale, on recueillera les données disponibles auprès des postes climatologiques les plus proches du tracé et on les exploitera conformément aux règles énoncées ci-dessus.

5.2 Détermination de l'indice de gel admissible, IA

La détermination de l'indice de gel admissible IA s'effectue à l'aide des abaques fournis au verso des fiches. Elle nécessite la détermination préalable de :

- la quantité de gel Q_g dont on autorise la transmission aux couches inférieures gélives du support ;
- la protection thermique, traduite par la quantité de gel Q_{ng} apportée par les matériaux non gélifs de la couche de forme éventuelle et du sol support.

La somme de ces deux quantités de gel ($Q_g + Q_{ng}$) est appelée QB, **quantité de gel admissible à la base de la chaussée**. Elle constitue l'entrée de l'abaque permettant

de déterminer, pour une structure donnée, l'indice de gel admissible IA.

a. Détermination de Q_g

Le calcul de Q_g nécessite de caractériser la sensibilité au gel des matériaux de la partie supérieure des terrassements et de la couche de forme.

Caractérisation des matériaux de la partie supérieure des terrassements et de la couche de forme

• Sensibilité au gel des matériaux

Selon leur nature, les sols et matériaux granulaires sont plus ou moins sensibles au phénomène de cryosuction. Cette sensibilité est appréciée en laboratoire par l'essai de gonflement (NF P 98-234-2). La valeur de la pente de la courbe de gonflement détermine la classe de sensibilité au gel :

Les matériaux traités au ciment, ou à la chaux et au

Figure 5 - Classe de sensibilité au gel

Pente de l'essai de gonflement (unité: mm / $\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{heure})}$)		
0,05	0,40	
SGn	SGp	SGt

avec SGn : matériaux non gélifs
SGp : matériaux peu gélifs
SGt : matériaux très gélifs

ciment sont pour leur part insensibles au gel, sous réserve que leur résistance en traction par fendage (NF P 98-408) soit d'au moins 0,25 MPa au moment où ils sont susceptibles d'être soumis au gel (par ex. couche de forme devant subir un hiver avant la réalisation des chaussées).

A défaut de disposer de résultats de gonflement, l'ingénieur pourra se reporter à l'annexe 3 de la présente notice.

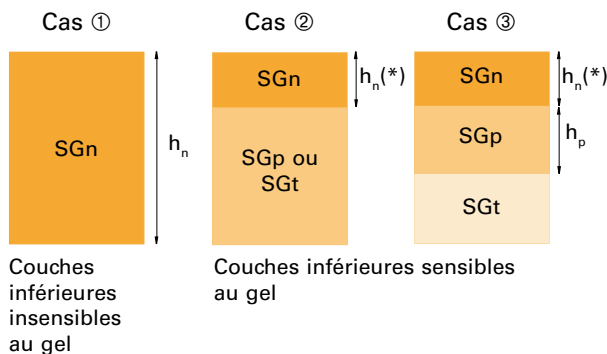
• Découpage de la plate-forme

Une fois déterminée la sensibilité au gel des matériaux, la plate-forme (sol support et couche de forme) est découpée en couches de même classe de sensibilité au gel : non gélif, peu gélif ou très gélif. Pour les besoins de la vérification au gel-dégel, on représente la plate-forme géométriquement par un schéma dans lequel la sensibilité au gel croît avec la profondeur ; cela est obtenu :

- en assimilant à des matériaux peu gélifs (SGp) les matériaux non gélifs situés sous une couche peu gélive,
- en assimilant à des matériaux très gélifs (SGt) les matériaux situés sous une couche très gélive.

En appelant h_n et h_p les épaisseurs en centimètres de matériaux non gélifs (SGn) et peu gélifs (SGp), on est toujours ramené à l'un des trois schémas suivants :

Figure 6 - Découpage de la plate-forme en couches de même classe de sensibilité au gel



(*) h_n peut être éventuellement égal à zéro (absence d'une couche non gélive).

Dans le cas ① il n'y a pas de problème de tenue au gel-dégel.

• Calcul de Q_g

La quantité de gel admissible en surface d'un matériau gélif, notée Q_g , est obtenue à partir de la pente à l'essai de gonflement, p , de ce matériau. Le tableau suivant permet de calculer Q_g .

Tableau 4 - Quantité de gel admissible en surface d'un matériau gélif

Valeur de p	$0,05 < p \leq 0,25$	$0,25 < p \leq 1$	$p > 1$
Valeur de Q_g	4	$1/p$	0

Dans le cas ②, la quantité Q_g en surface du matériau sensible au gel se calcule directement à partir du tableau 4.

Dans le cas ③, on détermine à l'aide du tableau 4 la quantité de gel admissible en surface de chacun des deux matériaux SGp et SGt. On note respectivement ces quantités $Q_g(\text{SGp})$ et $Q_g(\text{SGt})$. La quantité de gel admissible en surface de la couche de matériau peu gélif (SGp) dépend de l'épaisseur h_p de matériaux peu gélifs, et se détermine comme indiqué par la figure 7 ou selon les formules suivantes :

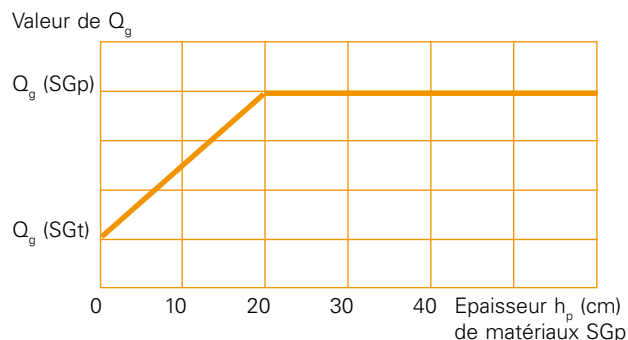
Si $h_p \geq 20$ cm

alors $Q_g = Q_g(\text{SGp})$

Si $0 \leq h_p < 20$ cm

alors $Q_g = (1/20) \times [Q_g(\text{SGp}) - Q_g(\text{SGt})] \times h_p + Q_g(\text{SGt})$

Figure 7 - Quantité de gel admissible Q_g en surface des matériaux peu gélifs



b. Détermination de Q_{ng}

La valeur de Q_{ng} est donnée par la formule :

$$Q_{ng} = A_n \times [h_n^2 / (h_n + 10)]$$

avec h_n : épaisseur de la couche non gélive en cm

A_n : coefficient dépendant de la nature du matériau de couche de forme
(unité : $\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jour})/\text{cm}}$)

Le coefficient A_n est fourni par le tableau 5 :

Tableau 5 - Valeurs du coefficient A_n suivant la nature du matériau de couche de forme

Matériau(*)	A	B, C	D, GNT	CV, SH	LTCC
A_n	0,15	0,13	0,12	0,17	0,14

(*) A,B,C et D : classes de sols non traités définis par la norme NF P 11-300.

GNT : grave non traitée.

SH : sables traités aux liants hydrauliques.

LTCC : limon traité à la chaux-ciment

CV : cendres volantes chaux-gypse

6 COUPE TRANSVERSALE DE LA CHAUSSEE

Les structures sont définies au bord de la voie la plus chargée, côté rive, à l'intérieur de la bande de guidage latéral. La voie la plus chargée est généralement la voie de droite pour les chaussées jusqu'à trois voies dans un même sens de circulation. Au-delà, ce peut être une voie médiane.

Il reste à préciser la coupe transversale de la chaussée en tenant compte des caractéristiques géométriques du projet, des dispositifs d'assainissement de la plate-forme et de la chaussée, des équipements liés à l'exploitation, des contraintes associées aux matériaux, matériels et techniques de mise en oeuvre, ainsi que des possibilités d'entretien ultérieur.

Dans l'attente de la rédaction d'un nouveau **Guide technique d'établissement des coupes transversales de chaussées** destiné à remplacer celui de 1988 [5], guide qui tiendra compte de l'évolution des règles concernant les caractéristiques géométriques intervenue depuis cette date, on se reportera à la partie 5 du fascicule **Annexes**, qui présente une synthèse sommaire des différents éléments à prendre en compte pour la définition du profil en travers.

Le présent chapitre comporte :

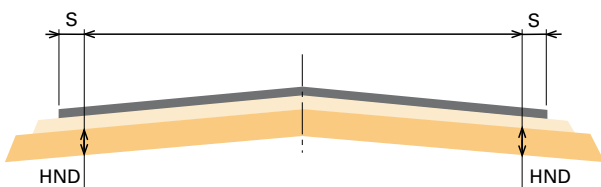
- les règles à respecter sur les variations possibles d'épaisseur transversale des couches de chaussée,
- des conseils pour le réglage de la pente transversale de la plate-forme support de chaussée.

6.1 Variations transversales d'épaisseur des couches de chaussée

Les structures figurant sur les planches du Catalogue, définies au bord de la voie la plus chargée, côté rive, c'est-à-dire côté droit dans le sens de circulation, sont appelées structures nominales. Elles comportent pour chaque couche des épaisseurs nominales au bord droit appelées HND.

Les variations transversales d'épaisseur des couches de chaussée ne sont pas autorisées sur les chaussées bidirectionnelles. Dans ce cas, l'épaisseur HND est constante sur tout le profil en travers.

Figure 8 - Profil en travers-type d'une chaussée bidirectionnelle (pas de variation d'épaisseur des couches)

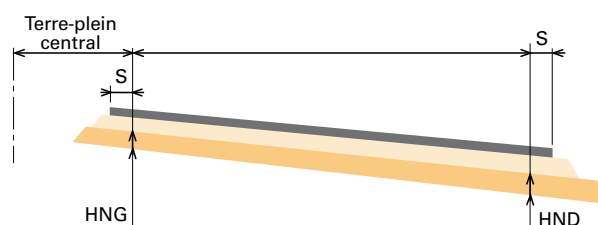


S : surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

Des diminutions transversales d'épaisseur des couches d'assise, ΔH , ne sont possibles, dans certaines limites, que pour les routes à chaussées séparées à plusieurs voies de circulation, de manière à limiter le volume des matériaux nobles mis en place sur les voies où la circulation lourde est la moins intense, et en vue de faciliter le rattrapage de pente transversale entre la plate-forme support de chaussée et la couche de roulement. Elles conduisent à une épaisseur nominale au bord gauche $HNG = HND - \Delta H$.

La figure 9 explicite la position de HND et HNG sur le profil en travers.

Figure 9 - Profil en travers-type d'une chaussée unidirectionnelle (variation possible et contrôlée des épaisseurs de couches d'assises)



S : surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

Ces variations transversales d'épaisseur ne peuvent être appliquées qu'aux couches d'assise, à l'exclusion des couches de surface en béton bitumineux.

Deux conditions doivent être simultanément respectées pour permettre l'application d'une variation transversale d'épaisseur ΔH sur une couche d'assise :

- la différence ΔH entre HND et HNG ne doit pas dépasser une valeur maximale. Sur chaque fiche de structure un tableau fournit la valeur maximale de ΔH .
- l'épaisseur HNG ne doit pas être inférieure à une valeur minimale. Sur chaque fiche de structure un tableau fournit la valeur minimale de HNG.

6.2 Profil en travers de la plate-forme support de chaussée

Sur les voies du réseau structurant les plates-formes dérasées sont imposées. Pour ce type de route, on ne doit donc plus réaliser de plate-forme avec décaissement partiel (correspondant à l'épaisseur de la fondation) ou complet (correspondant à l'épaisseur totale de la chaussée).

Le choix d'un ou deux points hauts de plate-forme et de leur position en profil en travers dépend des caractéristi-

ques géométriques du projet (chaussée bidirectionnelle, ou route à chaussées séparées avec terre-plein central revêtu ou non) et du tracé (alignement ou courbe).

La pente transversale est à choisir selon la sensibilité à l'eau de la partie supérieure des terrassements (PST), et de la nature de la couche de forme. Elle peut être quelconque (on accepte des zones plates dans les introductions de dévers) ou avoir une valeur minimale pour favoriser le ruissellement et limiter les infiltrations dans la PST (cf tableau 6).

Le respect de ces pentes transversales minimales combiné aux variations transversales d'épaisseur des couches entraîne dans certains cas la nécessité, soit de réaliser une couche de réglage en grave non traitée (ou bien de majorer l'épaisseur de couche de forme non traitée si l'avancement des travaux le permet encore), soit de majorer l'épaisseur nominale au bord droit HND de la couche de fondation, pour obtenir sur la chaussée finie la pente transversale définie par le projet (2,5% en alignement).

Tableau 6 - Pente transversale minimale conseillée pour la plate-forme support de chaussée

Couche de forme	Cas de PST			
	PST n°1	PST n°2	PST n°3	PST n°4, 5 et 6
Néant	(*)	(*)	4 %	2 %
matériaux non traités et sols fins traités aux liants hydrauliques	4 %	4 %	3 %	2 %
matériaux grenus traités aux liants hydrauliques	(*)	(**)	(**)	(**)

(*) cas non considéré.

(**) la pente peut être quelconque: en général, elle est donc réglée à la pente obtenue à la base de la couche de fondation (Cf partie 5, §5, du fascicule **Annexes**) qui prend en compte la pente de la chaussée terminée et les variations transversales éventuelles d'épaisseur des couches de chaussée.

7 MISE EN CONCURRENCE DE STRUCTURES D'ÉPAISSEURS DIFFÉRENTES

Lorsque le dossier de consultation des entreprises met en concurrence des chaussées présentant des épaisseurs différentes pour un même couple TCi PFj, ce qui est le cas le plus fréquent, il retient une solution de base d'épaisseur totale e_B . Le projet prévoit alors de régler la plate-forme support de chaussée, à l'aplomb de la ligne rouge (LR), à la cote $LR-e_B$.

Une variante d'épaisseur e_v plus épaisse que la solution de base n'est pas acceptable lorsque la ligne rouge ne peut être modifiée (présence de PI, PS, d'ouvrages d'assainissements longitudinaux,...), et que la couche de forme est déjà réalisée en matériaux traités aux liants hydrauliques.

A l'inverse, une variante moins épaisse que la solution

de base nécessitera, soit un abaissement de la ligne rouge, soit l'apport d'une couche de réglage, sur une épaisseur e_B-e_v , lorsque la plate-forme est déjà réglée à la cote $LR-e_B$.

C'est pourquoi, si l'on met en concurrence plusieurs types de chaussée - en général d'épaisseurs différentes -, il est impératif de dépouiller les offres chaussées avant le réglage définitif de la plate-forme, de façon à procéder à temps aux adaptations éventuellement nécessaires.

Il est important de rappeler que la comparaison entre solutions se fait sur la base d'un coût global intégrant le coût à la construction et l'entretien (cf. partie 6 du fascicule **Annexes**).

8 EXEMPLES D'UTILISATION

8.1 Exemple n°1

Exemple de calcul du trafic cumulé pour une voie du réseau structurant VRS (durée de dimensionnement 30 ans) et une voie du réseau non structurant VRNS (durée de dimensionnement 20 ans).

Considérons les hypothèses suivantes :

- trafic total (2 sens de circulation) de 15000 véh/jour attendu à la mise en service en l'an 2000
- pourcentage de poids lourds 5%
- hypothèses de croissance du trafic :
 - taux de croissance linéaire de 5% du trafic de l'année de mise en service pour une VRS
 - taux de croissance linéaire de 2% du trafic de l'année de mise en service pour une VRNS

Pour connaître la classe de trafic il faut calculer le nombre de poids lourds cumulé sur la voie la plus chargée de la chaussée pendant la durée de dimensionnement :

VRS de 2000 à 2030

taux de croissance linéaire : 5% base année de mise en service

nombre de poids lourds cumulé entre 2000 et 2030 : NPL1

VRNS de 2000 à 2020

taux de croissance linéaire : 2% base année de mise en service

nombre de poids lourds cumulé entre 2000 et 2020 : NPL2

soit T_{2000} le trafic poids lourd par jour en 2000 sur la voie la plus chargée

$d_1 = 30$ ans ; $d_2 = 20$ ans ; $t_1 = 0,05$; $t_2 = 0,02$

Dans le cas d'une VRS avec une chaussée unidirectionnelle à 2 voies, 90% du trafic lourd circule sur la voie de droite, on a donc :

$T_{2000} = 0,9 \times 0,5 \times 15000 \times 0,05 = 337 \text{ PL/jour/sens}$

Dans le cas d'une VRNS avec une chaussée bidirectionnelle, tout le trafic lourd circule sur la même voie, on a donc :

$T_{2000} = 0,5 \times 15000 \times 0,05 = 375 \text{ PL/jour/sens}$

$$\begin{aligned} \text{NPL1} &= 365 \times 337 \times [d_1 + t_1 \times d_1 \times (d_1 - 1)/2] \\ &= 365 \times 337 \times [30 + 0,05 \times 30 \times (30 - 1)/2] \\ &= 6\,365\,508 \text{ PL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPL2} &= 365 \times 375 \times [d_2 + t_2 \times d_2 \times (d_2 - 1)/2] \\ &= 365 \times 375 \times [20 + 0,02 \times 20 \times (20 - 1)/2] \\ &= 3\,257\,625 \text{ PL} \end{aligned}$$

Pour les **VRS** ce nombre de poids lourds cumulés correspond à la **classe TC5₃₀**.

Pour les **VRNS** ce nombre de poids lourds cumulés correspond à la **classe TC5₂₀**.

8.2 Exemple n°2

Construction d'un tronçon de route faisant partie d'une liaison assurant la continuité du réseau autoroutier (LA-CRA).

a. Détermination de la catégorie de la voie

Les LACRA sont classées dans le type 1 par le catalogue des types de route en milieu interurbain. On doit donc retenir un aménagement de type autoroute (mise à 2x2 voies avec carrefours dénivelés).

Le tronçon de route sera dimensionné comme une voie du réseau structurant **VRS**, pour une **durée de dimensionnement initiale de 30 ans**.

b. Détermination de la classe de trafic à retenir pour le dimensionnement

L'étude préalable de trafic fournit les informations suivantes :

- trafic total (2 sens de circulation) de 8000 véh/jour attendu à la mise en service en 1999
- pourcentage de poids lourds 15%
- hypothèses de croissance du trafic :

- taux de croissance linéaire de 4% base 1995 jusqu'en 2015
- taux de croissance linéaire de 2% base 1995 au delà de l'année 2015

Dans le cas d'une chaussée unidirectionnelle à 2 voies, 90% du trafic poids lourd circule sur la voie de droite qui est donc la voie la plus chargée de la chaussée.

Pour connaître la classe de trafic il faut calculer le nombre de poids lourds cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée de la chaussée. Notons le NPL.

de 1999 à 2015

taux de croissance linéaire : 4% base 1995

nombre de poids lourds cumulé entre 1999 et 2015 : NPL1

de 2015 à 2029

taux de croissance linéaire : 2% base 1995

nombre de poids lourds cumulé entre 2015 et 2029 : NPL2

On a $\text{NPL} = \text{NPL1} + \text{NPL2}$

Un taux de croissance linéaire de $t_1 = 4\%$ base 1995 correspond à une augmentation annuelle de τ_1 poids lourds

Un taux de croissance linéaire de $t_2 = 2\%$ base 1995 correspond à une augmentation annuelle de τ_2 poids lourds

Soit T_{1995} le trafic poids lourd par jour en 1995 sur la voie la plus chargée

T_{1999} le trafic poids lourd par jour en 1999 sur la voie la plus chargée

T_{2015} le trafic poids lourd par jour en 2015 sur la voie la plus chargée

• Calcul de T_{1999} et T_{1995} :

$$T_{1999} = T_{1995} + t_1 \times T_{1995} \times (1999 - 1995)$$

$$\text{or } T_{1999} = 8000 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,15 = 540 \text{ PL/jour/sens}$$

$$\text{donc } T_{1995} = 540 / (1 + 0,04 \times 4) = 465 \text{ PL/jour/sens}$$

• Calcul de τ_1 et τ_2 :

$$\tau_1 = t_1 \times T_{1995} = 0,04 \times 465 = 18 \text{ PL}$$

$$\tau_2 = t_2 \times T_{1995} = 0,02 \times 465 = 9 \text{ PL}$$

• Calcul de T_{2015} :

$$T_{2015} = T_{1999} + (2015 - 1999) \times \tau_1$$

$$= 540 + 16 \times 18$$

$$= 828 \text{ PL/jour/sens}$$

• Calcul de NPL1 et NPL2

$$\text{posons } n_1 = 2015 - 1999 = 16$$

$$\text{NPL1} = 365 \times [n_1 \times T_{1999} + (n_1 \times (n_1 - 1)) / 2 \times \tau_1]$$

$$= 365 \times [16 \times 540 + (16 \times (16 - 1)) / 2 \times 18]$$

$$= 3\,942\,000 \text{ PL}$$

$$\text{posons } n_2 = 2029 - 2015 = 14$$

$$\text{NPL2} = 365 \times [n_2 \times T_{2015} + (n_2 \times (n_2 - 1)) / 2 \times \tau_2]$$

$$= 365 \times [14 \times 828 + (14 \times (14 - 1)) / 2 \times 9]$$

$$= 4\,530\,015 \text{ PL}$$

$$\text{NPL} = \text{NPL1} + \text{NPL2} = 8\,472\,015 \text{ PL}$$

Pour les **VRS** ce nombre de poids lourds cumulé correspond à la **classe de trafic cumulé TC5₃₀**.

c. Détermination de la classe de plate-forme support de chaussée

Le sol support est un matériau sableux sensible à l'eau ($D_{\max} \leq 50 \text{ mm}$, passant à 80 microns de 15 à 23%, I_p de 16), mais dont la teneur en eau naturelle est égale à w_{OPN} .

Le fascicule II du guide des terrassements routiers (GTR) [2] (annexe 1, page 14) permet de le classer en **B6m**.

Ce matériau est utilisé en remblai. Le fascicule I du GTR (tableau IX) permet de définir le cas de **PST n° 3**.

Il présente une bonne traficabilité en l'absence de pluie, mais nécessite une couche de forme. Le même tableau indique qu'en l'absence de dispositions particulières de drainage à la base de la chaussée la classe de l'arase est **AR1**.

On envisage l'utilisation en l'état d'une grave propre de bonne résistance mécanique D21. L'épaisseur de couche de forme préconisée (fascicule II du GTR, annexe 3, page 67 ou tableau 2 de la partie 3 du fascicule **Annexes**) est de 40 cm (sans intercalation d'un géotextile) et conduit à une **classe de plate-forme PF2**.

d. Choix du type de structure

On envisage deux possibilités :

- une structure bitumineuse épaisse du type GB3/GB3 avec une grave-bitume de classe 3 et de granularité 0/20,

- une structure à assise traitée au liant hydraulique du type GC/GC avec une grave-ciment de classe 3 et de granularité 0/20.

En se reportant aux fiches correspondantes, pour un couple TC5₃₀/PF2 sur une VRS, les structures nominales au bord droit de la voie la plus chargés sont les suivantes :

GB3/GB3	GC/GC
Couche de surface CS : 8 cm	Couche de surface CS : 8 cm
Couche de base GB3 : 13 cm	Couche de base GC : 22 cm
Couche de fondation GB3 : 13 cm	Couche de fondation GC : 20 cm

e. Choix de la composition de la couche de surface

Sur les voies du réseau structurant la dissociation des fonctions des couches de liaison et de roulement est imposée. Parmi les possibilités offertes pour ces deux structures, on retient la solution suivante :

Couche de roulement : 2,5 cm de BBTM
Couche de liaison : 6 cm de BBSG

f. Vérification au gel-dégel

• Choix de l'indice de gel de référence

En application de la circulaire de la Direction des Routes, l'indice de gel de référence à retenir sur les voies du réseau structurant est celui de l'hiver exceptionnel. On obtient par l'annexe 2 de cette notice la valeur correspondante pour la station météorologique la plus proche du tracé. Pour cet exemple on retient :

$$\text{IR} = 250 \text{ °C.jours}$$

• **Sensibilité au gel des matériaux de la plate-forme support de chaussée et de la couche de forme**

Un essai de gonflement sur le matériau B6 donne une pente de 0,5 mm/ $\sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{heure})}$. Ce matériau est donc classé très gélif (SGt) conformément aux indications de la figure 5 de la notice.

Le matériau D21 utilisé en couche de forme est lui non gélif.

La plate-forme peut donc se découper de la façon suivante :

Couche de forme en matériau D21	:	SGn
Epaisseur $h_n = 40$ cm		
Plate-forme support de chaussée en matériau B6m	:	SGt

On se trouve dans le cas ② présenté dans la notice.

• **Calcul de Q_g**

Dans le cas ②, Q_g se calcule directement à l'aide du tableau 4 de la notice :

$$Q_g = 1/p = 1/0,5 = 2 \sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jour})}$$

• **Calcul de Q_{ng}**

Q_{ng} est donnée par la formule (cf. § 5.2.b) :

$$Q_{ng} = A_n \times [h_n^2 / (h_n + 10)] = 0,12 \times [40^2 / (40 + 10)] = 3,84 \sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jour})} \quad (1)$$

A_n est fourni par le tableau 5 de la notice.

• **Calcul de QB**

$$QB = Q_g + Q_{ng} = 2 + 3,84 = 5,84 \sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jour})}$$

• **Détermination de IA**

Pour la structure **GB3/GB3**, l'abaque présent sur la fiche permet de déterminer **IA = 205°C.jours**

Pour la structure **GC/GC**, l'abaque présent sur la fiche permet de déterminer **IA = 325°C.jours**

• **Vérification au gel-dégel**

On compare IA à IR.

Pour la structure **GB3/GB3**, **IA < IR**, la vérification est négative. Dans ce cas on peut soit augmenter l'épaisseur de la couche forme, soit tenter de choisir une structure plus épaisse.

VRS - Structure GB3/GB3 - Couple TC5₃₀/PF2

	HND	ΔH max	HNG mini	HNG = HND-ΔHmax
Couche de surface, CS	8 cm	0 cm	sans objet	8 cm
Couche de base GB 0/20	13 cm	0 cm	10 cm	13 cm
Couche de fondation GB 0/20	13 cm	3 cm	10 cm	10 cm
Epaisseur totale	34 cm			31 cm

1. On décide d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme

Pour obtenir un indice admissible de 250°C.jours, l'abaque de la fiche GB3/GB3 montre qu'il faut $QB \geq 6,9$ environ soit

$$Q_{ng} = QB - Q_g = 6,9 - 2 = 4,9$$

En réinjectant cette valeur dans l'expression (1), on en déduit la valeur de h_n :

$$h_n = 50 \text{ cm}$$

Si on décidait d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme à 80 cm, on passerait à la classe de plate-forme PF3. Dans ce cas on réaliserait une chaussée correspondant au couple TC5₃₀/PF3 de la fiche GB3/GB3. La vérification au gel est alors positive.

2. On décide de choisir une structure plus épaisse

On a le choix entre :

- passer à la classe de trafic supérieure TC6₃₀/PF2,
- passer à la classe de plate-forme inférieure TC5₃₀/PF1.

Ces deux choix ne peuvent pas être retenus car les plate-forme de classe PF2 ne sont pas autorisées sur des VRS pour un trafic supérieur à TC5₃₀ (Cf. tableau 2 de la notice), et les plate-forme de classe PF1 ne sont pas admises sur le réseau national.

Pour la suite de l'exemple on retient les structures suivantes :

- GC/GC pour le couple TC5₃₀/PF2 avec une couche de forme de 40 cm,
- GB3/GB3 pour le couple TC5₃₀/PF2 avec une couche de forme de 50 cm.

g. Coupe transversale de la chaussée

• **Variation transversale d'épaisseur des couches de chaussée**

Sur les fiches GC/GC et GB3/GB3 figurent les variations transversales d'épaisseur (ΔHmax) autorisées ainsi que les épaisseurs nominales minimales au bord gauche de la chaussée, HNG. Les tableaux ci-dessous récapitulent ces conditions limites :

VRS - Structure GC/GC - Couple TC5₃₀/PF2

	HND	ΔH max	HNG mini	HNG = HND-ΔHmax
Couche de surface, CS	8 cm	0 cm	sans objet	8 cm
Couche de base GC 0/20	22 cm	0 cm	15 cm	22 cm
Couche de fondation GC 0/20	20 cm	5 cm	15 cm	15 cm
Epaisseur totale	50 cm			45 cm

• **Profil en travers de la plate-forme support de chaussée (cf. partie 5 du fascicule Annexes)**

En alignement droit, le dévers étant de 2,5 %, la **pente transversale optimale** de la plate-forme est donc égale à :

- $(2,5 + 3 / 7) \%$ soit 2,9 % (chaussée de 2 voies, de largeur 7m entre bandes de rive) pour la structure GB3 / GB3,
- $(2,5 + 5 / 7) \%$ soit 3,2 % pour la structure GC / GC.

Le tableau 6 de la Notice d'utilisation indique que la **pente transversale minimale conseillée pour la plate-forme support de chaussée** est, pour une couche de forme non traitée sur une PST n° 3, de 3 %.

Le paragraphe suivant examine les différentes solutions envisageables dans l'hypothèse où l'on s'est placé (mise en concurrence des deux chaussées à l'appel d'offres).

h. Dispositions constructives

On examine successivement deux cas, selon que le choix du type de structure a pu intervenir suffisamment tôt (en cours de terrassements) ou non pour que la cote de la plate-forme soit définie à partir de la ligne rouge, supposée non modifiable pour l'exemple, et de l'épaisseur de chaussée.

Le choix du type de structure est arrêté.

Dans cette hypothèse, on réalisera bien sûr :

- dans le cas d' une chaussée grave-ciment, une couche de forme de 40 cm réglée à 3,2%,
- dans le cas d' une chaussée grave-bitume, une couche de forme de 50 cm réglée à 2,9%.

Le choix du type de structure n'est pas arrêté.

Dans le cas où le choix du type de structure n'a pu intervenir suffisamment tôt pour définir la cote de la plate-forme, on est conduit à retenir les dispositions suivantes :

Application d'une **couche de forme de 40 cm et réglage de la plate-forme à la cote correspondant à la chaussée la plus épaisse (GC)** avec la pente optimale de

3,2 % pour cette structure.

Si la structure **grave-ciment** est retenue, application de cette structure sur la plate-forme ainsi obtenue, avec variation transversale d'épaisseur de la couche de fondation de 15 cm au bord gauche de chaussée à 20 cm au bord droit, ce qui permet d'obtenir sur les couches supérieures et la chaussée finie une pente transversale de 2,5%.

Si la structure **grave-bitume** est retenue, application d'une couche de rattrapage et de réglage en GNT qui permettra à la fois de majorer la protection thermique Q_{ng} (cf § 8), de rattraper la différence d'épaisseur entre les deux chaussées, et de passer à une pente de 3% à la base de la couche de fondation en GB.

L'épaisseur de la couche de réglage GNT sous chaque bord de chaussée s'obtient en retranchant de l'épaisseur totale de chaussée GC l'épaisseur de chaussée GB :
épaisseur de couche de réglage à droite hD sous la chaussée GB:

$$hD = HD_{GC} - HD_{GB} = 50 - 34 = 16 \text{ cm}$$

épaisseur de couche de réglage à gauche hG sous la chaussée GB:

$$hG = HG_{GC} - HG_{GB} = 45 - 31 = 14 \text{ cm}$$

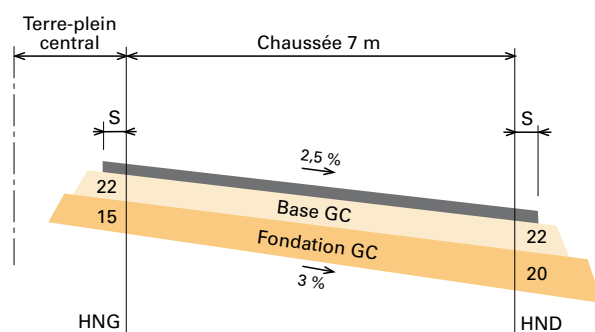
Ces épaisseurs, appliquées sur une couche de forme de 40 cm, sont surabondantes vis-à-vis du gel-dégel (10 cm suffisent, cf § 8).

On voit que, dans le cas où la grave bitume est la solution la plus économique, il aurait été préférable d'arriver à cette conclusion par une étude préalable à l'appel d'offre, et de lancer la consultation sur cette seule solution, afin d'éviter la réalisation d'une couche de réglage de 14 à 16 cm d'épaisseur.

Nota : Certaines GNT utilisées en couche de réglage comportant un % de fines important peuvent présenter une légère sensibilité au gel-dégel. En cas de doute, un essai de gonflement devra être réalisé.

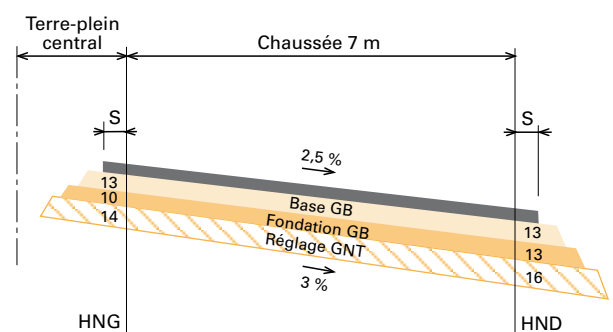
Les profils en travers qui résultent de ces dispositions sont schématisés ci-dessous.

Chaussée GC- Profil en travers-type



S : surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

Chaussée GB- Profil en travers-type



S : surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

8.3 Exemple n°3

On construit une autoroute de liaison en deux temps : un premier tronçon de 10 km, ouvert en 2001 pour la première chaussée et 2005 pour la seconde, et un second tronçon, d'une longueur de 17 km, ouvert en 2009 en 2x2 voies. Cette construction se fait pour assurer la continuité entre deux autoroutes, dont la seconde sera construite pour ouverture en 2009.

Le trafic a été estimé à 350 PL/jour/sens à l'ouverture en 2001, avec un taux de croissance linéaire de 3% (base 1995) jusqu'en 2009, puis de 8% (base 1995).

L'objet de l'exemple est de déterminer, pour chacun des tronçons, le trafic à prendre en compte dans le dimensionnement.

Il s'agit de construire une autoroute de liaison, donc une voie de type VRS (voie du réseau structurant). Sa durée de dimensionnement initiale sera donc de 30 ans.

L'essentiel du dimensionnement repose sur une bonne évaluation du trafic cumulé, par tronçon et par voie. Nous distinguerons le tronçon 1, chaussée 1 puis chaussée 2, et le tronçon 2.

On notera qu'il s'agit d'une croissance linéaire, ce qui par conséquent, impose une année de référence, en l'occurrence 1995 (remarque déterminante, notamment vis-à-vis du taux d'accroissement annuel).

L'une des méthodes envisageables pour le calcul du trafic cumulé est la suivante. Elle consiste tout d'abord à déterminer différentes valeurs de base, telles que le trafic en 1995 (T_{1995}) ainsi que l'accroissement annuel :

$$T_{2001} = T_{1995} + (2001-1995) \times \tau$$

avec $\tau = t \times T_{1995}$, où t est le taux de croissance, base 1995 d'où :

$$T_{2001} = T_{1995} \times (1 + 6 \times t) \\ \Rightarrow T_{1995} = \frac{T_{2001}}{1 + 6 \times t} = \frac{350}{1 + 6 \times 0,03} = 296 \text{ PL/jour/sens}$$

par suite, l'accroissement annuel du trafic vaut :

à 3% de croissance : $0,03 \times 296 = 9 \text{ PL/jour/sens}$

à 8% de croissance : $0,08 \times 296 = 24 \text{ PL/jour/sens}$

Ces valeurs permettent alors de calculer le trafic cumulé pour chaque section. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau page suivante.

Les commentaires ci-après présentent le détail des calculs pour la chaussée 1 du tronçon 1.

COMMENTAIRES :

La chaussée 1 du premier tronçon ouvre en 2001. La durée de dimensionnement initiale étant de 30 ans, la période considérée sera 2001-2031.

* période 2001-2005 :

Durant cette période, qui comprend 4 années, le trafic évolue selon un taux de croissance de 3% (base 1995), soit un accroissement de 9 PL/jour/sens. Par ailleurs, la chaussée 2 n'étant pas encore en service, la chaussée 1 se comporte comme une chaussée bidirectionnelle et la distribution de PL est de 100% sur chaque voie. Rappelons enfin que le trafic estimé à l'année 2001 est de 350 PL/jour/sens.

Le trafic cumulé pour cette période est donc :

$$NPL_{2001-2005} = 365 \times \left(4 \times 350 + 9 \times \frac{3 \times 4}{2} \right) = 530\,710 \text{ PL}$$

* Trafic en 2005 :

$$T_{2005} = 350 + 4 \times 9 = 386 \text{ PL/jour/sens}$$

* période 2005-2009 :

Cette période comprend 4 années durant lesquelles le taux de croissance reste de 3% (base 1995), mais cette fois la chaussée 2 est en service. La chaussée 1 n'est donc plus bidirectionnelle mais se comporte en 2x2 voies unidirectionnelle, ce qui implique une distribution de PL de 90% sur la voie la plus chargée.

Le trafic cumulé pendant cette période est donc, sur la voie la plus chargée :

$$NPL_{2005-2009} = 365 \times 0,9 \times \left(4 \times 386 + 9 \times \frac{3 \times 4}{2} \right) \\ = 524\,943 \text{ PL}$$

* Trafic en 2009 :

$$T_{2009} = 350 + 8 \times 9 = 422 \text{ PL/jour/sens}$$

* période 2009-2031 :

Cette fois, le taux de croissance passe à 8%, ce qui correspond à un accroissement de 24 PL/jour/sens. Le trafic cumulé sur cette période, qui comprend 22 années, est, sur la voie la plus chargée :

$$NPL_{2009-2031} = 365 \times 0,9 \times \left(22 \times 422 + 24 \times \frac{22 \times 21}{2} \right) \\ = 4\,870\,998 \text{ PL}$$

d'où le **trafic cumulé sur 30 ans** de la chaussée 1, sur la voie la plus chargée :

$$NPL_{2001-2031} = NPL_{2001-2005} + NPL_{2005-2009} + NPL_{2009-2031} \\ = 530\,710 + 524\,943 + 4\,870\,998 \\ = 5\,926\,651 \text{ PL}$$

	TRONÇON 1		TRONÇON 2
	CHAUSSÉE 1	CHAUSSÉE 2	
période 2001-2005			
MJA ₂₀₀₁ (PL/j/sens)	350		
Distribution (%)	100		
Durée Δn (années)	4	–	–
Taux (%)	3		
NPL ₂₀₀₁₋₂₀₀₅ (PL)	530 710		
période 2005-2009			
MJA ₂₀₀₅ (PL/j/sens)	386	386	
Distribution (%)	90	90	
Durée Δn (années)	4	4	–
Taux (%)	3	3	
NPL ₂₀₀₅₋₂₀₀₉ (PL)	524 943	524 943	
période 2009-2031			
MJA ₂₀₀₉ (PL/j/sens)	422	422	422
Distribution (%)	90	90	90
Durée Δn (années)	22	22	22
Taux (%)	8	8	8
NPL ₂₀₀₉₋₂₀₃₁ (PL)	4 870 998	4 870 998	4 870 998
période 2031-2035			
MJA ₂₀₃₁ (PL/j/sens)		950	950
Distribution (%)		90	90
Durée Δn (années)	–	4	4
Taux (%)		8	8
NPL ₂₀₃₁₋₂₀₃₅ (PL)		1 295 604	1 295 604
période 2035-2039			
MJA ₂₀₃₅ (PL/j/sens)			1046
Distribution (%)			90
Durée Δn (années)	–	–	4
Taux (%)			8
NPL ₂₀₃₅₋₂₀₃₉ (PL)			1 421 748
Trafic cumulé (PL)	5 926 651	6 691 545	7 588 350

Ces nombres de poids lourds cumulés correspondent à une classe de trafic **TC5₃₀** pour le tronçon 2, ainsi que pour la chaussée 2 du tronçon 1. Quant à la chaussée 1 du tronçon 1, la valeur du trafic cumulé se situe en limite supérieure de la classe **TC4₃₀**. Le projeteur choisira donc de se placer en classe **TC4₃₀** ou pour plus de sureté, en classe **TC5₃₀**.

extrait du tableau 1 de la notice d'utilisation :



ANNEXE 1

Bibliographie

- [1] Catalogue des types de routes en milieu interurbain.
Circulaire DR du 9 décembre 1991.

- [2] Réalisation des remblais et des couches de formes "GTR".
Guide technique.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, septembre 1992. 2 vol., 98+102p.

- [3] Enrobés hydrocarbonés à chaud.
Guide d'application des normes pour le réseau routier national.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. 2 vol., 49+97p.

- [4] Conception et dimensionnement des structures de chaussée.
Guide technique.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, décembre 1994. Pag. Multiple

- [5] CETE de l'Ouest. Établissement des coupes transversales de chaussées.
Guide technique.
Bagneux : SETRA ; Paris : LCPC, avril 1988. 94p.

ANNEXE 2

- Indices de gel des hivers exceptionnels et des hivers rigoureux non exceptionnels des principales stations météorologiques (unité : °C x jours)

Stations (département)	Hiver exceptionnel	Hiver rigoureux non exceptionnel
Ambérieu (01)	270	175
Saint-Quentin (02)	225	110
Vichy (03)	250	115
Saint-Auban (04)	80	35
Embrun (05)	165	95
Nice (06)	0	0
Saint-Girons (09)	120	35
Romilly (10)	210	110
Carcassonne (11)	85	35
Millau (12)	140	65
Marignane (13)	70	15
Caen (14)	115	60
Cognac (16)	100	35
La Rochelle (17)	75	30
Bourges (18)	160	70
Ajaccio (2B)	0	0
Dijon (21)	200	130
Rostrenen (22)	85	50
Besançon (25)	220	120
Montélimar (26)	105	40
Luz-la-Croix-Haute (26)	420	275
Evreux (27)	195	115
Chartres (28)	190	100
Brest (29)	20	10
Nîmes (30)	60	20
Toulouse (31)	115	40
Bordeaux (33)	95	40
Montpellier (34)	55	35
Dinard (35)	65	25
Rennes (35)	80	35
Chateauroux (36)	155	75
Tours (37)	120	75
Grenoble (38)	170	145
Mont-de-Marsan (40)	100	40
Romorantin (41)	135	100
Saint-Etienne (42)	220	110
Le-Puy-Chadrac (43)	240	130
Nantes (44)	75	55
Orléans (45)	170	85
Gourdon (46)	120	45

Stations (département)	Hiver exceptionnel	Hiver rigoureux non exceptionnel
Agen (47)	110	40
Angers (49)	100	70
La Hague (50)	15	5
Reims (51)	235	105
Saint-Dizier (52)	235	100
Langres (52)	325	170
Nancy (54)	320	155
Bar-le-Duc (55)	340	290
Lorient (56)	40	25
Metz (57)	290	135
Chateau-Chinon (58)	225	115
Nevers (58)	190	110
Dunkerque (59)	165	65
Lille (59)	250	90
Beauvais (60)	215	95
Alençon (61)	165	70
Boulogne-sur-mer (62)	165	70
Clermont-Ferrand (63)	225	115
Pau (64)	80	30
Biarritz (64)	40	10
Tarbes (65)	95	35
Perpignan (66)	25	0
Strasbourg (67)	410	165
Mulhouse (68)	415	155
Lyon-Bron (69)	220	110
Tarare (69)	275	155
Luxeuil (70)	335	165
Mâcon(71)	200	115
Mont-Saint-Vincent (71)	270	150
Le Mans (72)	120	70
Challes-les-Eaux (73)	225	150
Bourg-Saint-Maurice (73)	220	190
La Hève (76)	95	60
Rouen-Boos (76)	130	90
Melun (77)	185	90
Abbeville (80)	165	90
Saint-Raphaël (83)	25	0
Toulon (83)	15	0
Orange (84)	80	45
Poitiers (86)	130	65
Limoges (87)	160	80
Auxerre (89)	200	95
Belfort (90)	370	175
Paris Le Bourget (93)	160	85

ANNEXE 3

Classes de sensibilité au gel

Dans le cas où il ne serait pas possible de disposer des résultats de l'essai de gonflement, on pourra adopter les classes de sensibilité au gel mentionnées dans le tableau indicatif ci-dessous (tableau 7). On attire l'attention du responsable du projet sur les points suivants :

- les critères géotechniques ne suffisent pas à bien caractériser la sensibilité au gel d'un matériau, qui peut selon sa provenance se trouver dans chacune des trois classes,
- le tableau 7 a été élaboré en retenant pour chaque matériau la classe de sensibilité la plus élevée dès lors qu'elle a été rencontrée dans plus de 10% des cas. Une application brutale de ce tableau peut donc conduire à des surestimations, en particulier sur les sols fins.

Exemple : les sols A2 sont classés très gélifs dans ce tableau. En fait sur 100 sols de classe A2, 30% seront très gélifs, 60% peu gélifs et 10% non gélifs.

- en outre, les matériaux grenus sensibles au gel selon l'essai de gonflement ne présentent généralement pas de chute de portance significative.

Tableau 7 - Classes indicatives de sensibilité au gel

Classification géotechnique du sol ou matériau, non traité	Classe de sensibilité au gel pouvant être adoptée en l'absence d'essai de gonflement
matériaux dont le passant à 80mm est <3% (comprend une partie des matériaux D)	SGn
A3 ,A4 , B1	SGp
A1 , A2 , B2 , B3 , B5 , B6 , R1	SGt

Il n'est pas possible de se prononcer sur les matériaux ne figurant pas dans le tableau ci-dessus en l'état actuel des connaissances. Pour ces matériaux, un essai de gonflement est indispensable.

Document publié par le SETRA

sous la référence D9828

Conception et réalisation

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Dessins

SETRA - SG - Service communication, Eric Rillardon

Crédits photographiques

Direction des Routes, Eric Bénard

Flashage

DFG - Communication

Impression

GEORGES LANG - Boudin

Dépôt légal

3^{ème} trimestre 1998

Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

46, avenue Aristide Briand

B.P. 100

F-92225 Bagneux Cedex

Téléphone : 01 46 11 31 31

Télécopie : 01 46 11 31 69

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

L'édition 1998 du catalogue des structures se présente sous la forme de trois fascicules et de deux séries de fiches de structures, une série bleue pour les voies du réseau structurant et une série verte pour les voies du réseau non structurant.

Ce catalogue propose aux ingénieurs responsables de projets routiers plusieurs familles de structures de chaussées précalculées par la méthode française de dimensionnement

Le présent fascicule intitulé "**Notice d'utilisation**" constitue le mode d'emploi des fiches de structures, sa lecture est donc indispensable à l'utilisateur. La notice d'utilisation explicite la démarche de détermination d'une structure de chaussée et l'illustre au travers de trois exemples d'utilisation.

Dans les cas les plus courants, la Notice d'utilisation, les fiches de structures et le fascicule "Annexes" doivent permettre à l'ingénieur de définir la ou les structures de chaussées adaptées à son projet à partir des résultats des études préalables.

CATALOGUE OF STANDARD STRUCTURES FOR NEW PAVEMENTS

The 1998 edition of the pavement structure catalogue is in three parts, with two series of structure sheets, a blue series for structural network roads and a green series for non-structural network roads.

This catalogue offers engineers in charge of road projects several families of pavement structures, pre-designed by the French designing method.

*This part entitled "**Working Guide**" gives instructions for using the structure sheets. It is therefore essential for the user to read it. The Working Guide explains how to determine a pavement structure, which it illustrates through three examples of use.*

In the most common cases, the Working Guide, structure sheets and "Annexes" will enable the engineer to define the appropriate pavement structure or structures for his project, based on the results of preliminary studies.

Ce document fait partie d'un ensemble constitué de 3 fascicules, 52 fiches et un boîtier qui ne peuvent être vendus séparément.

Ensemble disponible sous la référence **D9828**
au prix de **300 F.**

au bureau de vente du SETRA
46, avenue Aristide Briand
BP 100
F-92225 BAGNEUX CEDEX
téléphone 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55
télécopie 01 46 11 33 55

à l'IST-Diffusion – LCPC
58, boulevard Lefebvre
F-75732 PARIS CEDEX 15
téléphone 01 40 40 52 26
télécopie 01 40 43 54 95
sur internet <http://www.lcpc.fr>

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES

Édition 1998

Sommaire

Lettre circulaire du directeur des routes du 26 octobre 1998

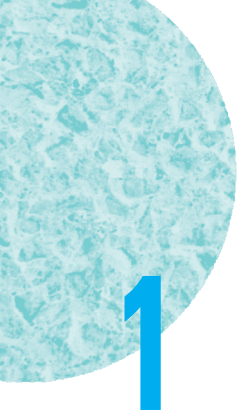
Notice d'utilisation

Hypothèses et données de calcul

Annexes

Fiches de structures :

	VRS	VRNS
n°1	GB2/GB2	GB2/GB2
n°2	GB3/GB3	GB3/GB3
n°3	EME2/EME2	EME2/EME2
n°4	GC3/GC3	GC3/GC3
n°5	GC4/GC4	GC4/GC4
n°6	GC3/SC3	GC3/SC3
n°7	GLp/SL3	GLp/SL3
n°8	GLp/GLp	GLp/GLp
n°9	GLg/GLg	GLg/GLg
n°10	GCV/GCV	GCV/GCV
n°11	SC3	SC3
n°12	SL3	SL3
n°13	GC3/SC2	GC3/SC2
n°14	GLp/SL2	GLp/SL2
n°15	GB3/GC3	GB3/GC3
n°16	GB3/GLp	GB3/GLp
n°17	GB3/SC3	GB3/SC3
n°18	GB3/SL3	GB3/SL3
n°19	BAC/BC2	BAC/BC2
n°20	BC5g/BC2	BC5g/BC2
n°21	BAC/BBSG	BAC/BBSG
n°22	BC5/BC2	BC5/BC2
n°23	BC5/GC3	BC5/GC3
n°24	DALLE/CD	DALLE/CD
n°25	GB3/GNT/CdForme(MTLH)	GB3/GNT/CdForme(MTLH)
n°26		GB3/GNT
n°27		GNT/GNT

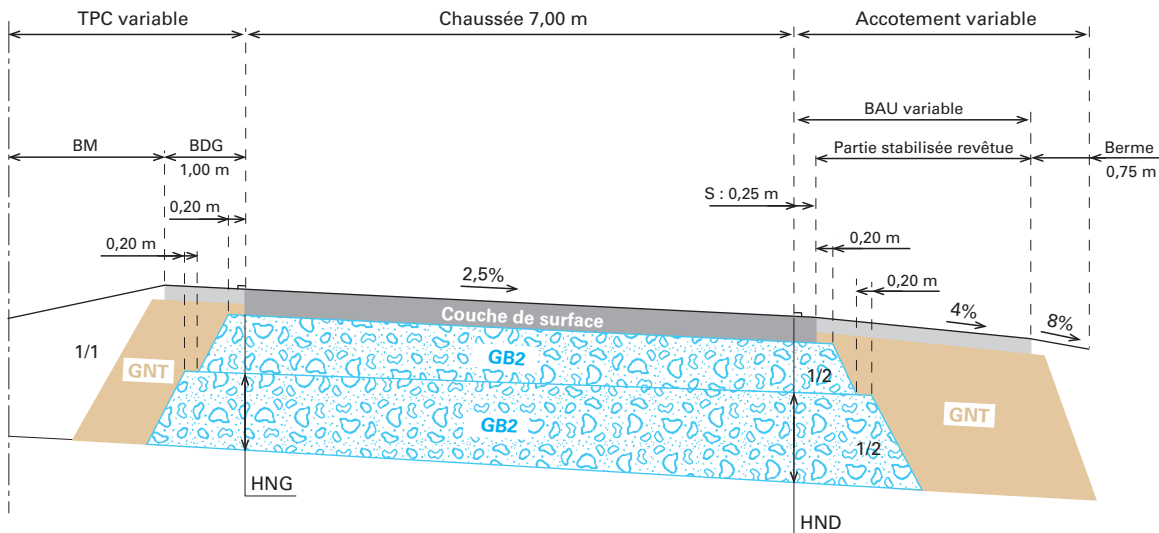


Structure :

- Couche de base : Grave-bitume de classe 2 (GB2)
- Couche de fondation : Grave-bitume de classe 2 (GB2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$		
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$		
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$		
Fondation GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$			
	0/20	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$			
		base : GB		fondation : GB	
HNG _{min} (cm)	0/14	0/20	0/14	0/20	
	8	10	8	10	

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

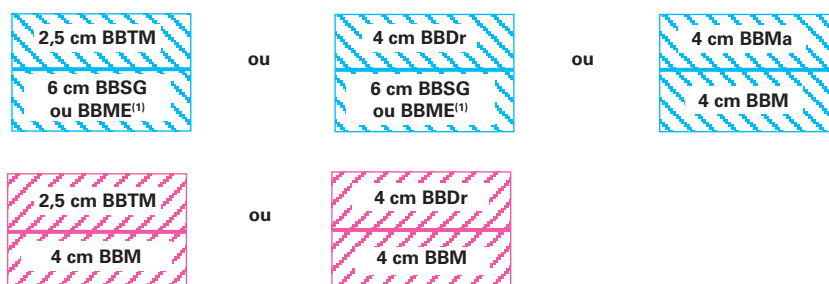
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

		GB2	
		0/14	0/20
mini (cm)		8	10
maxi (cm)		12	15

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



TC8₃₀

94 millions PL
(75 millions NE)



TC7₃₀

38 millions PL
(30 millions NE)



TC6₃₀

14 millions PL
(11,3 millions NE)



TC5₃₀

6 millions PL
(4,5 millions NE)



TC4₃₀

3 millions PL
(2,2 millions NE)



TC3₃₀

1 million PL
(0,7 million NE)



TC2₃₀

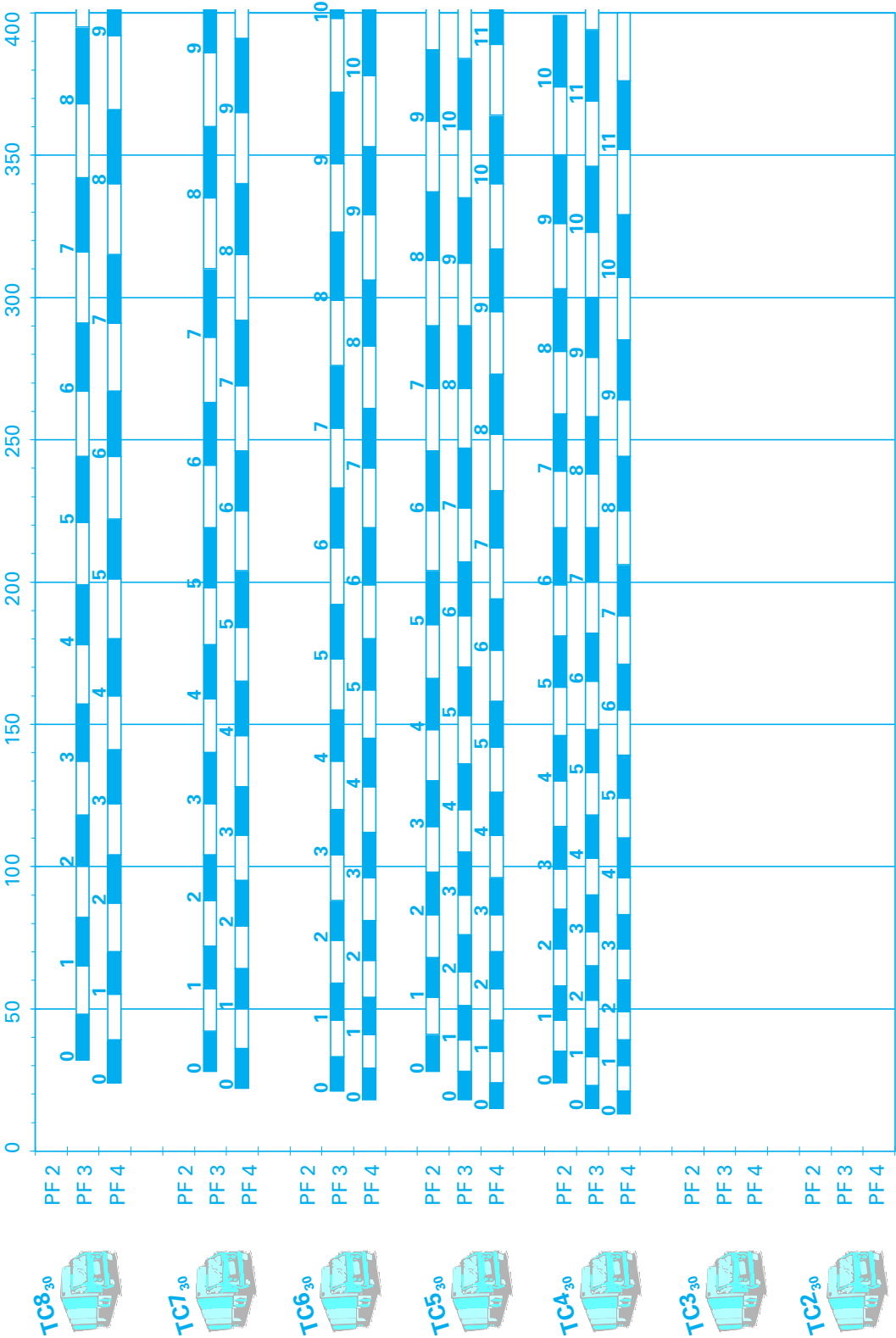
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

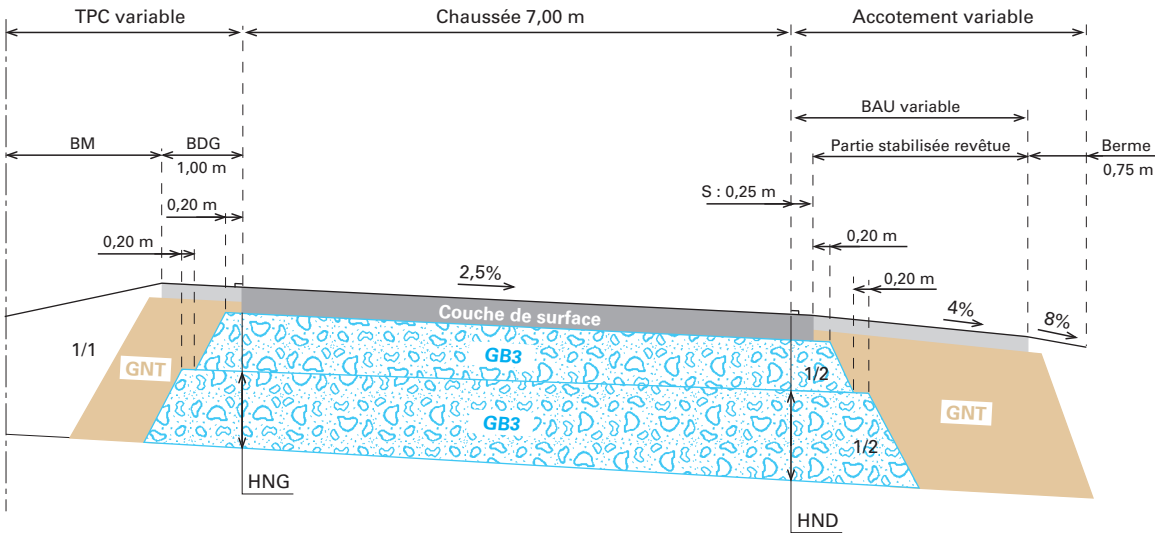


Structure :

- Couche de base : Grave-bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave-bitume de classe 3 (GB3)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$		
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$		
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$		
Fondation GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$			
	0/20	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$			
		base : GB		fondation : GB	
HNG _{min} (cm)	0/14	0/20	0/14	0/20	
	8	10	8	10	

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

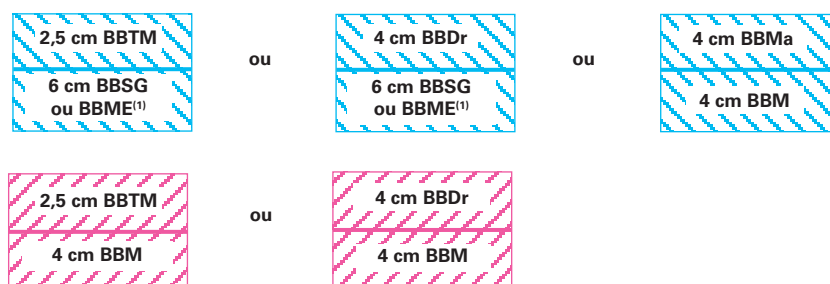
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

		GB2	
		0/14	0/20
mini (cm)		8	10
maxi (cm)		12	15

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



94 millions PL
(75 millions NE)



38 millions PL
(30 millions NE)



14 millions PL
(11,3 millions NE)



6 millions PL
(4,5 millions NE)



3 millions PL
(2,2 millions NE)



1 million PL
(0,7 million NE)



	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

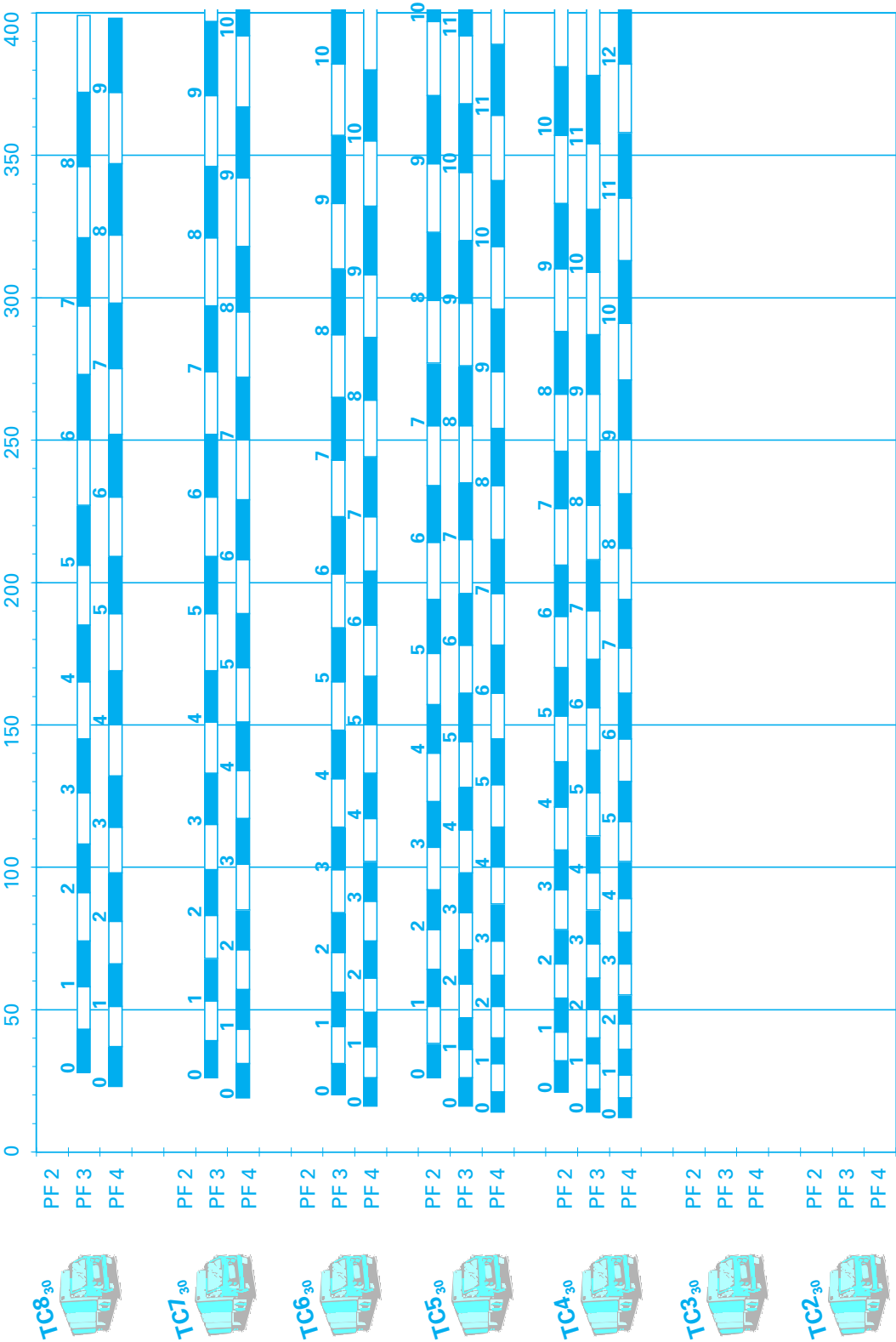
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

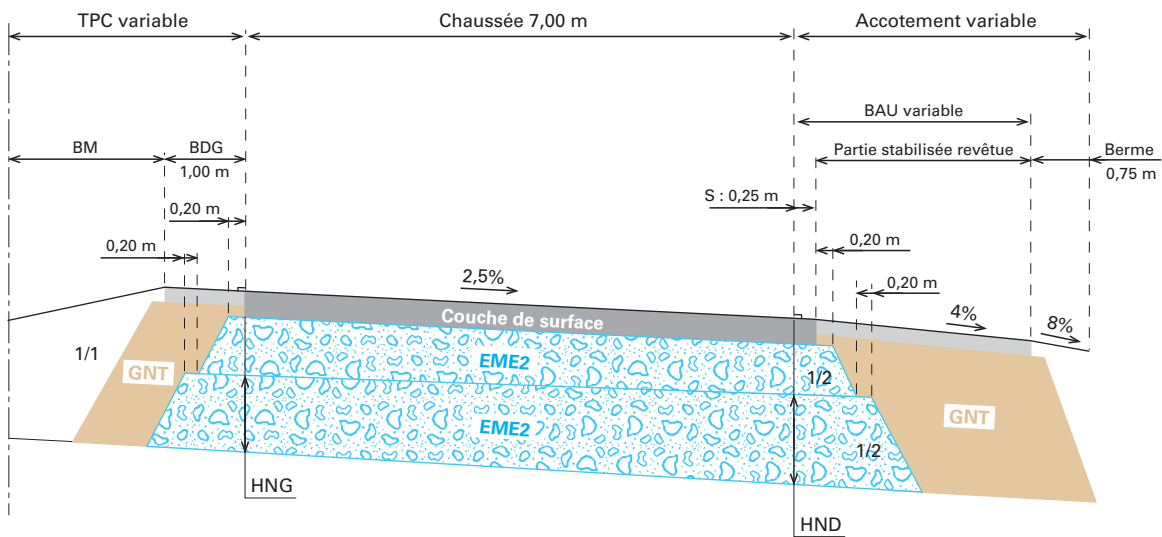


Structure :

- Couche de base : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)
- Couche de fondation : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

	Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$
Base EME	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$
Fondation EME	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$	

	base : EME			fondation : EME		
HNG _{min} (cm)	0/10	0/14	0/20	0/10	0/14	0/20
	6	7	10	6	7	10

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	EME2		
	0/10	0/14	0/20
mini (cm)	6	7	10
maxi (cm)	10	12	13

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



94 millions PL
(75 millions NE)



38 millions PL
(30 millions NE)



14 millions PL
(11,3 millions NE)



6 millions PL
(4,5 millions NE)



3 millions PL
(2,2 millions NE)



1 million PL
(0,7 million NE)



	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

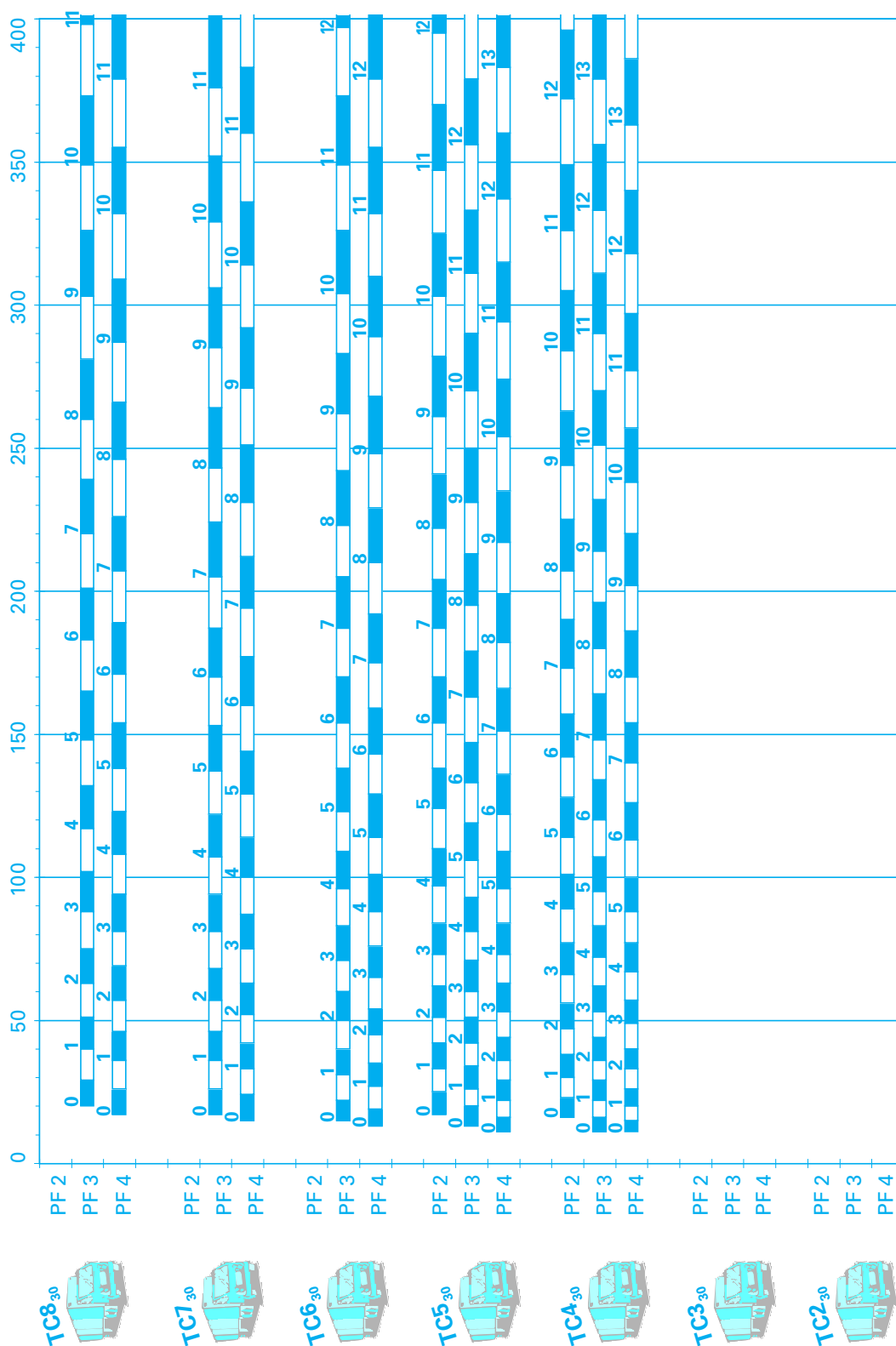
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



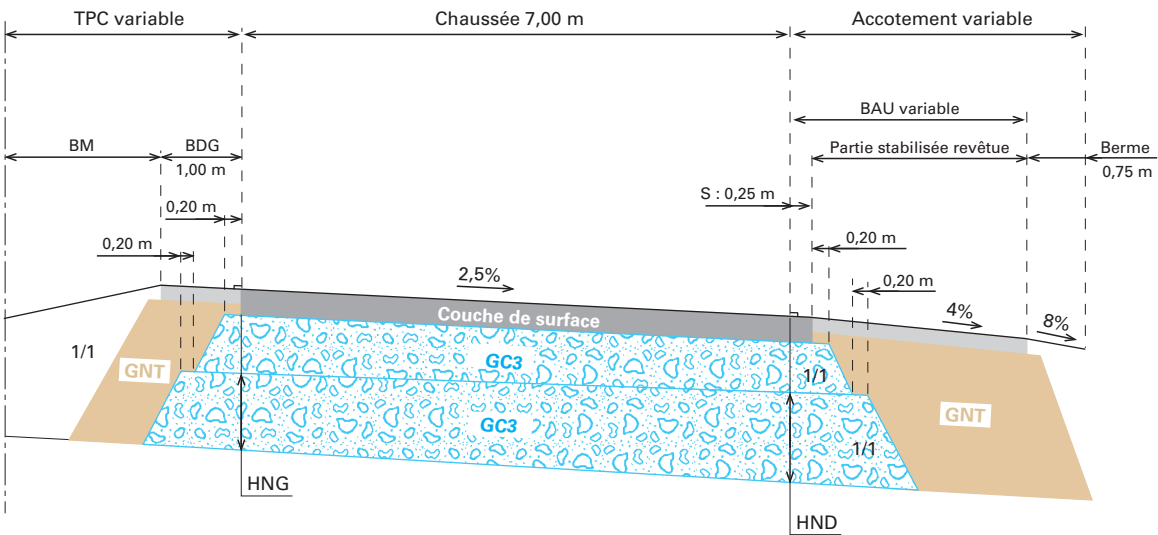


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- Couche de fondation : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- * ou liant routier (GLR) ou cendres hydrauliques (GCH)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

	Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$
Base GC	$\Delta H_{max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{max} = 5 \text{ cm}$
Fondation GC	$\Delta H_{max} = 5 \text{ cm}$	

	base : GC	fondation : GC		
HNG _{min} (cm)		sur PF4	sur PF3	sur PF2
	15	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC 0/20	couche de fondation : GC 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

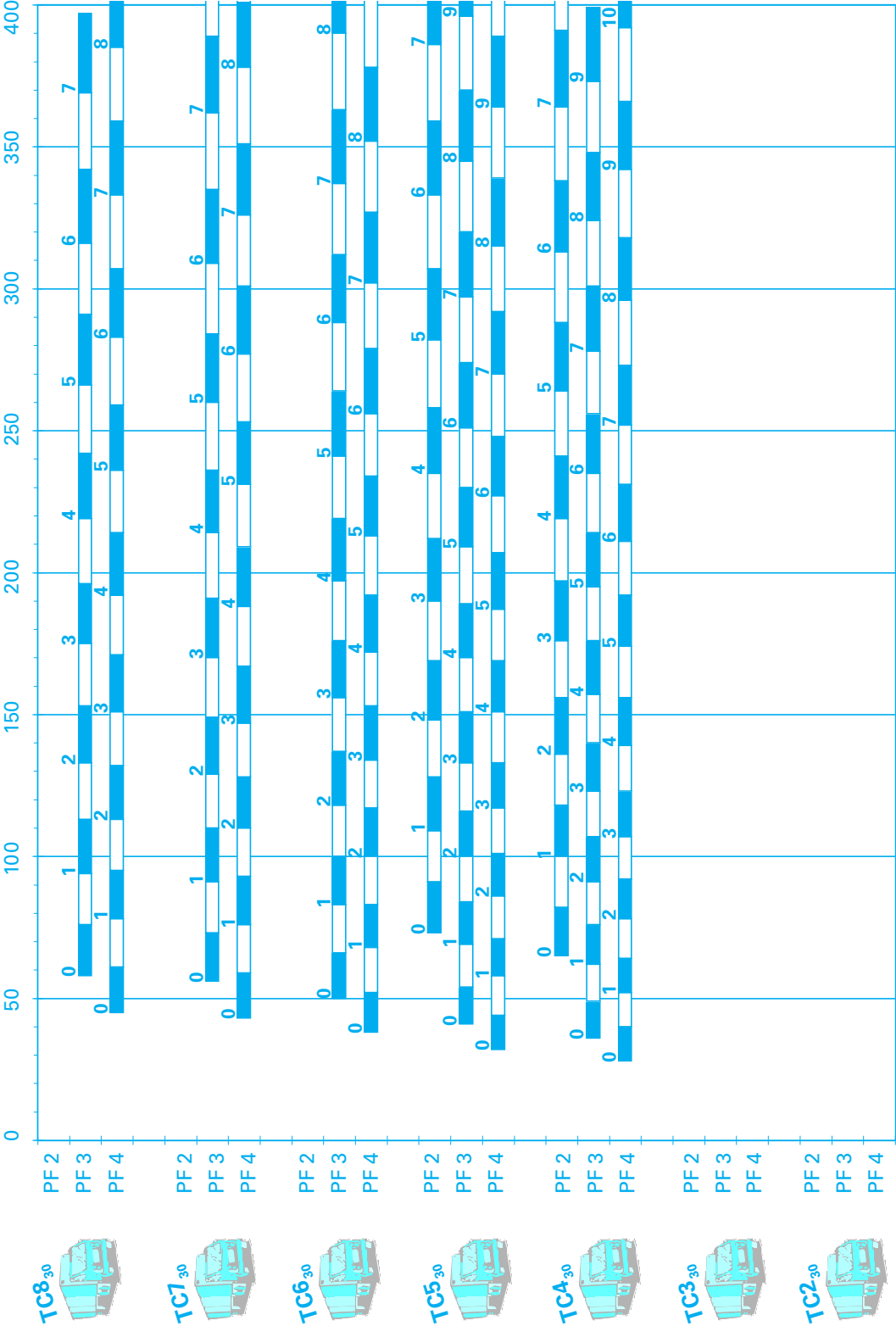
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

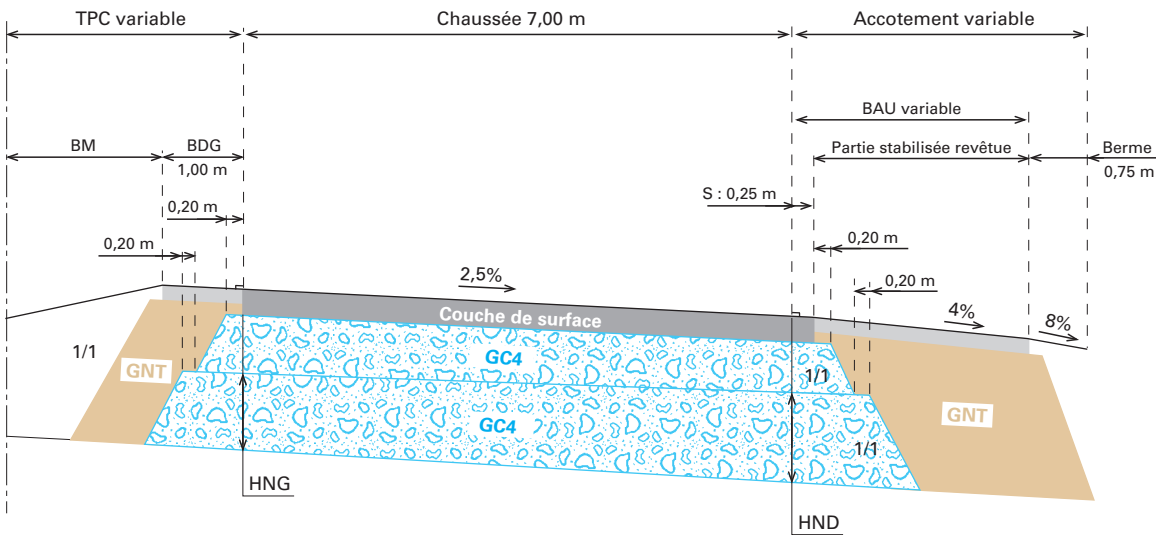


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment de classe 4 (GC4)
- Couche de fondation : Grave - ciment de classe 4 (GC4)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

	Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$
Base GC	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$
Fondation GC	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	

	base : GC	fondation : GC		
HNG _{min} (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_i : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBD _r 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBD _r 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBD _r 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBD _r 4 cm BBM	

- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : GC 0/20		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

La préfissuration de la grave-ciment de classe 4 en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre).

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)

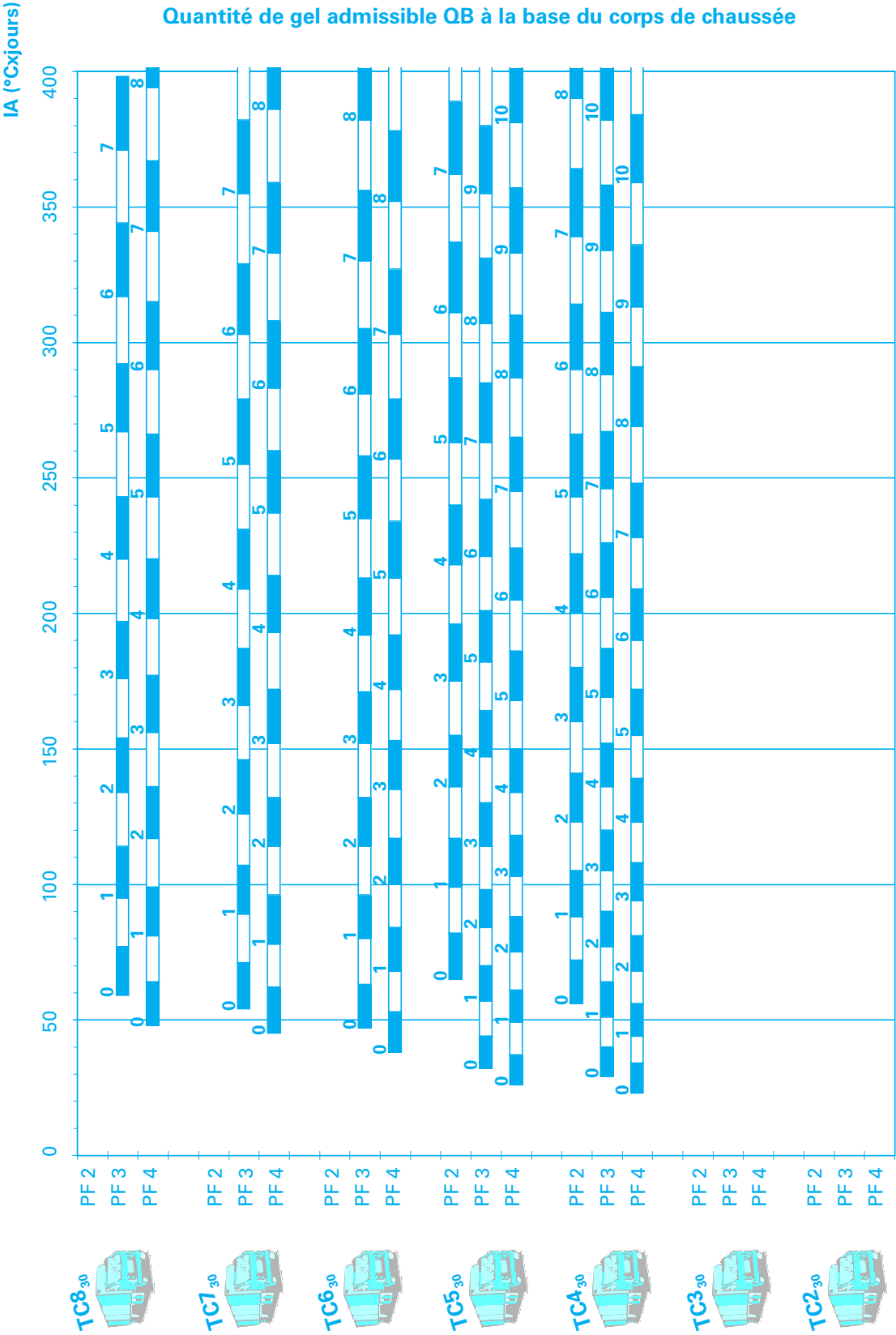


	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

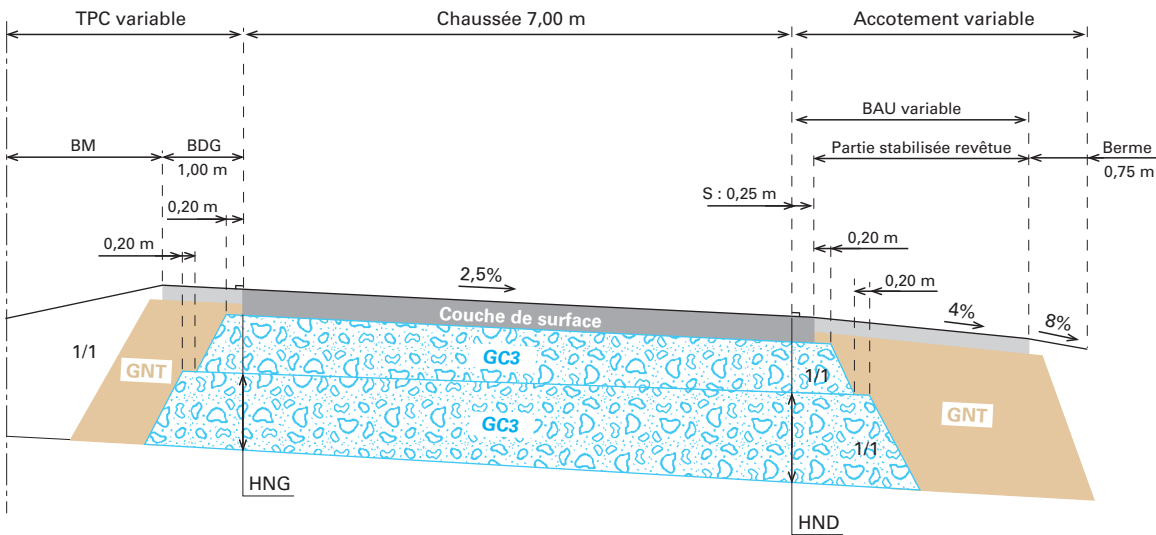


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- Couche de fondation : Sable - ciment de classe 3 (SC3)
- * ou liant routier (GLR) ou cendres hydrauliques (GCH).

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

	Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GC	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation SC	SH d'épaisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

HNG _{min} (cm)	base : GC	fondation : SC		
	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

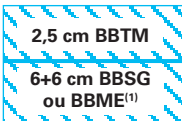
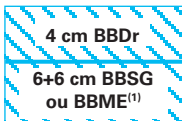
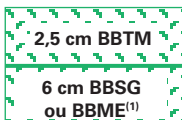
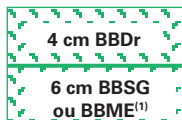
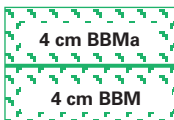
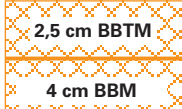
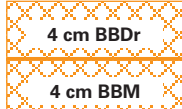
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

 2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾		
 2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾
 2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 4 cm BBM
 2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	 4 cm BBDr 4 cm BBM		

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : SC		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



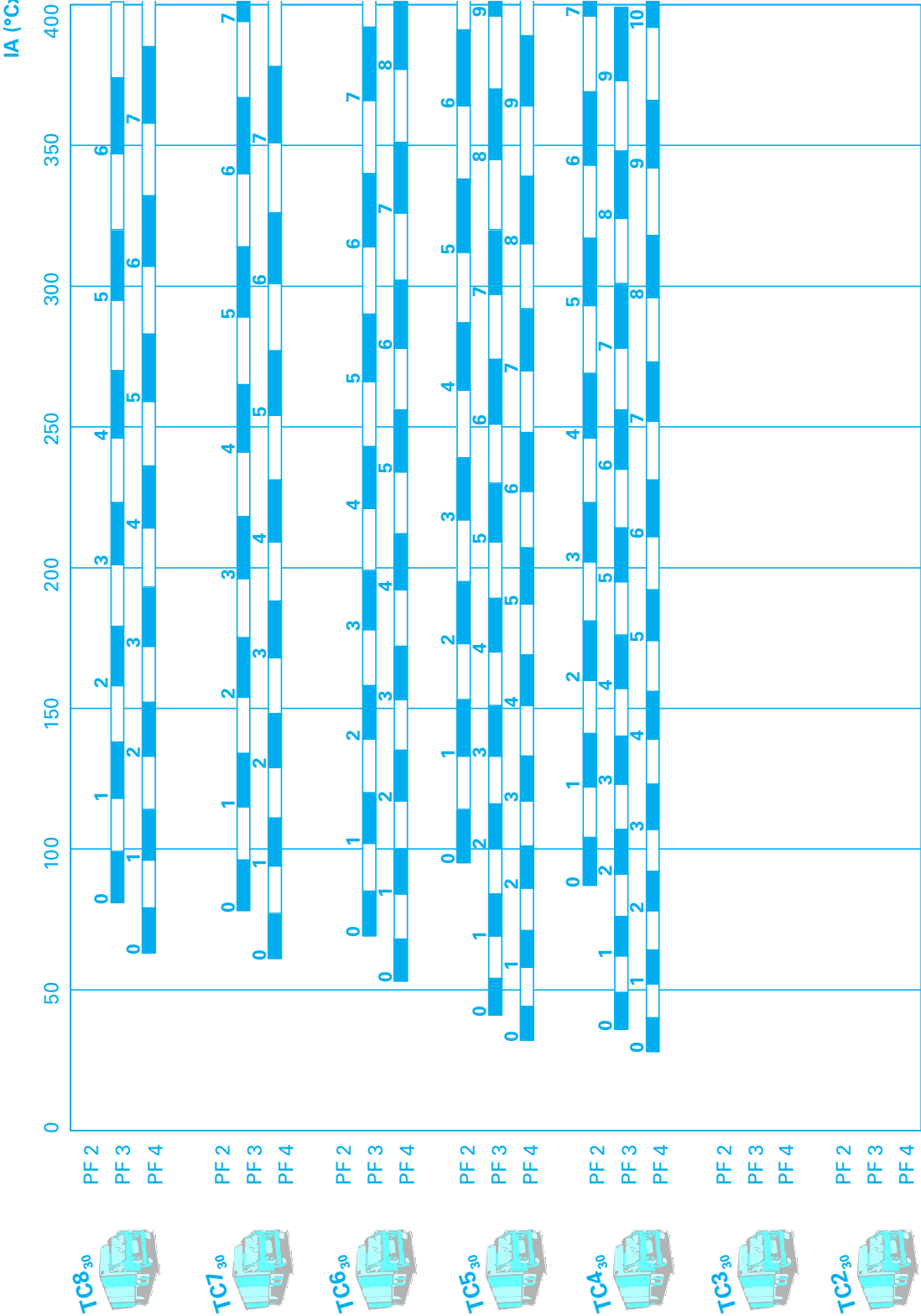
	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

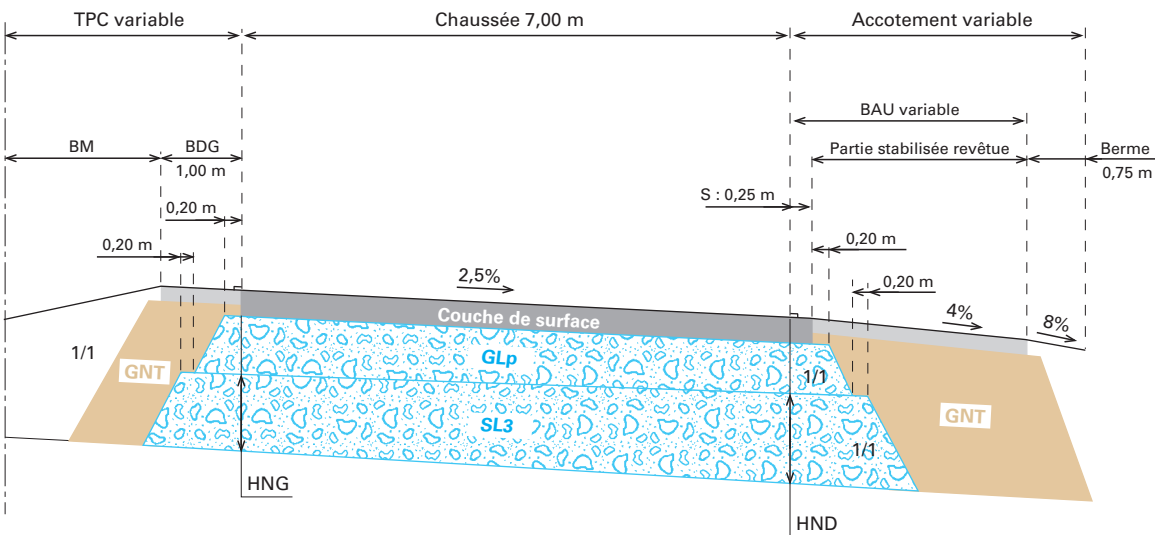


Structure :

- Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
- Couche de fondation : Sable - laitier de classe 3 (SL3)
- * avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

	Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GLp	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation SL	SH d'épaisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

	base : GLp	fondation : SL		
$HNG_{\min}$ (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

Les épaisseurs des couches d’assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d’entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**
Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.
- PF_j : classe de plate-forme**
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d’application des normes.

Couche de surface (CS) :
Elle peut comprendre une ou plusieurs couches d’enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM

6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

ou

4 cm BBDr

6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

2,5 cm BBTM

8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

ou

4 cm BBDr

8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

ou

4 cm BBMa

6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

2,5 cm BBTM

6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

ou

4 cm BBDr

6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾

ou

4 cm BBMa

4 cm BBM

2,5 cm BBTM

4 cm BBM

ou

4 cm BBDr

4 cm BBM

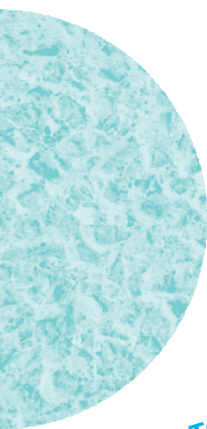
- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d’assise :**

	couche de base : GLp	couche de fondation : SL		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	 15	 15	 18	 20
maxi (cm)	 32 ⁽²⁾	 45 ⁽²⁾	 45 ⁽²⁾	 45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l’orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



Fiche

VRS



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

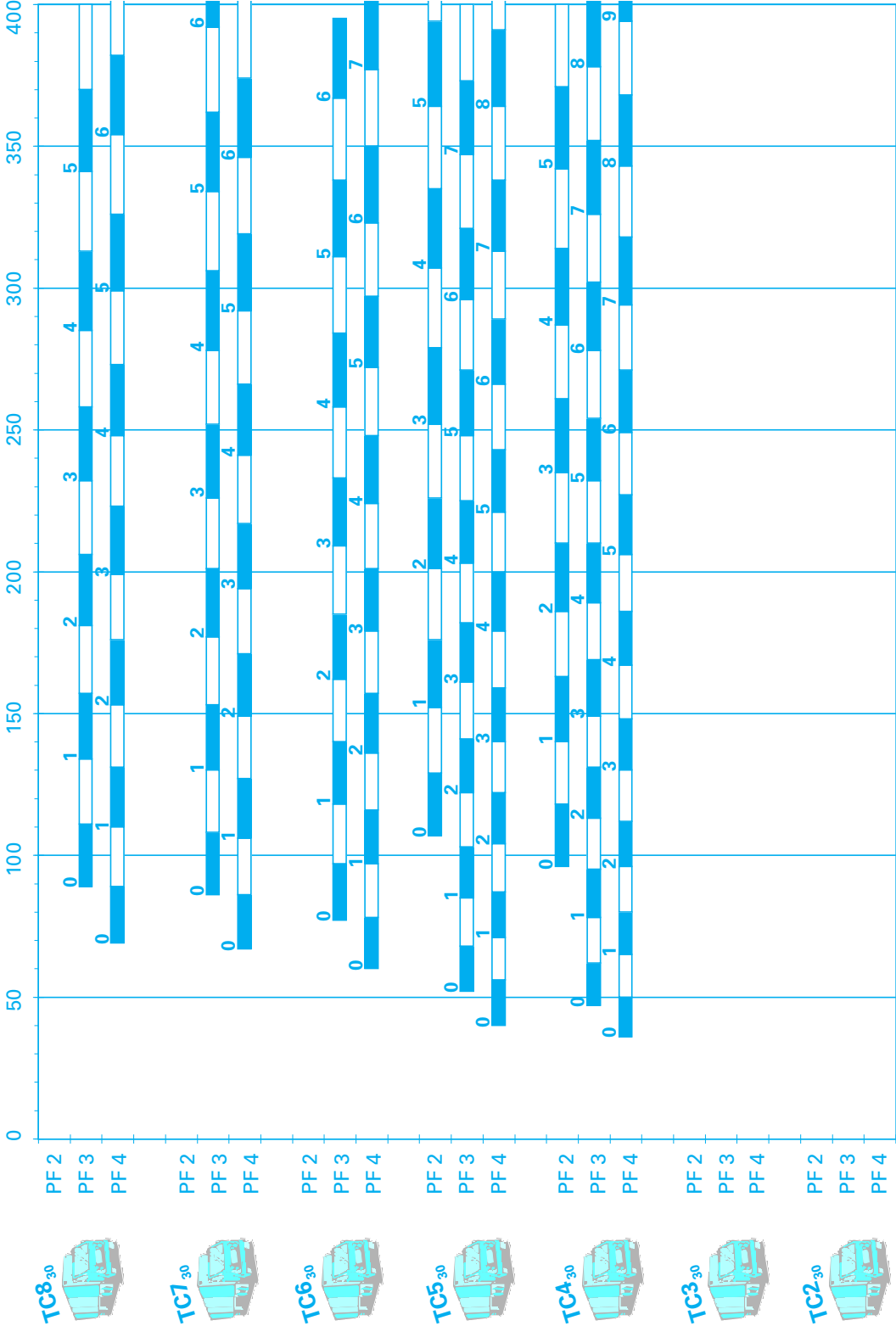
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



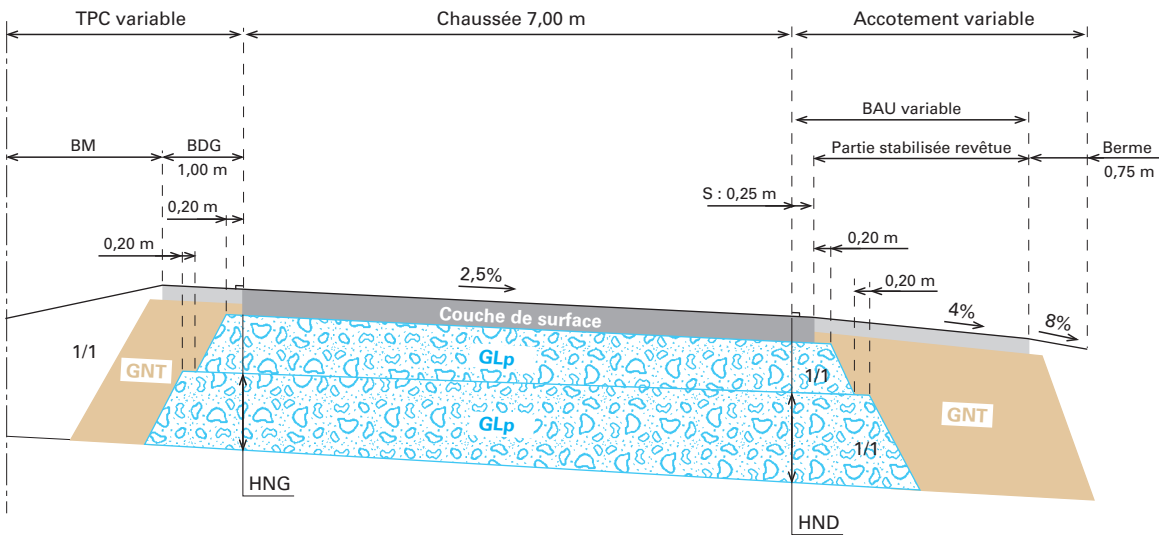


Structure :

- Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
- Couche de fondation : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
- * avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

		Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GLp		$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation GLp		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$			

	base : GLp	fondation : GLp		
HNG _{min} (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLp	couche de fondation : GLp 0/20		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)



TC3₃₀

1 million PL
(1,2 million NE)



TC2₃₀

	50 MPa	120 MPa	200 MPa
PF 2	PF 3	PF 4	

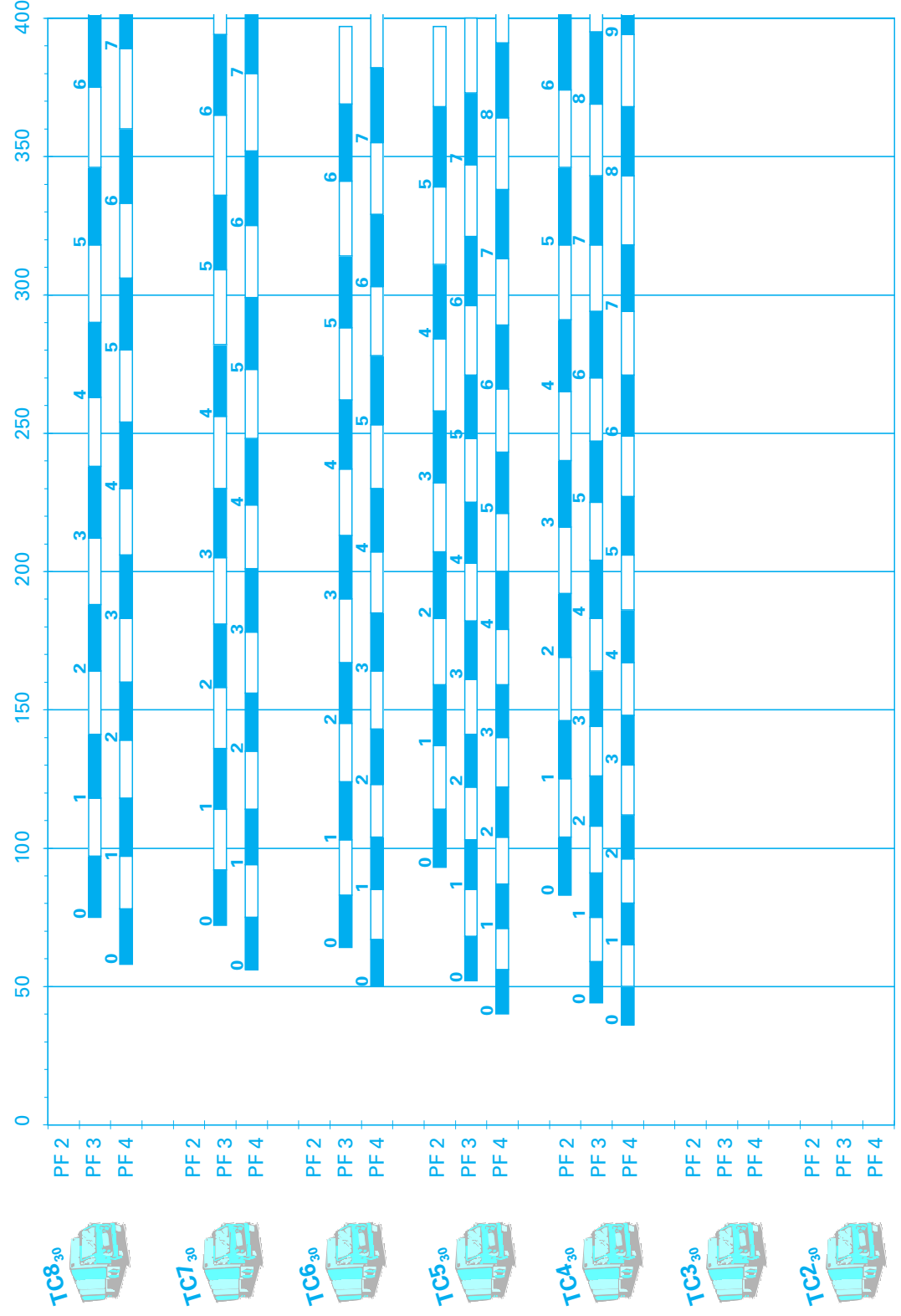
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

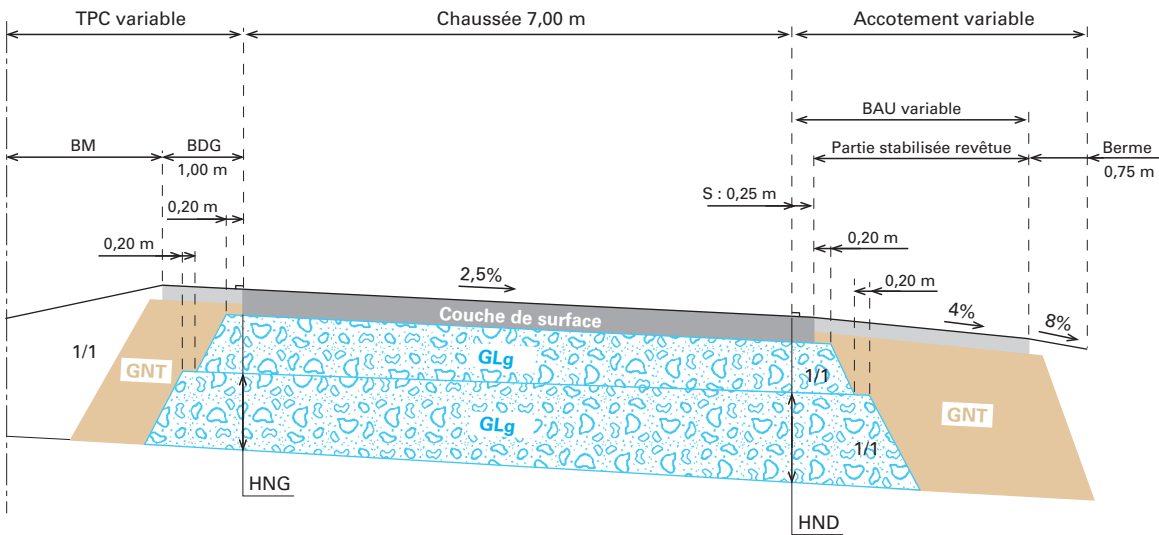


Structure :

- Couche de base : Grave - laitier granulé ou prébroyé* de classe 1 (GLg)
- Couche de fondation : Grave - laitier granulé ou prébroyé* de classe 1 (GLg)
- * avec activant chaux.
- Ne pas utiliser cette structure lorsque le trafic journalier est supérieur à 2 000PL/jour/sens

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GLg		$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation GLg		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$		

	base : GLg	fondation : GLg		
HNG _{min} (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_i : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

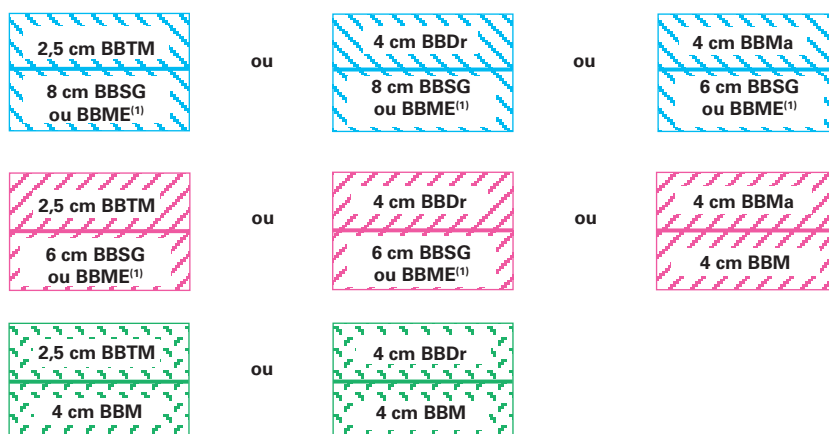
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLg 0/20	couche de fondation : GLg 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



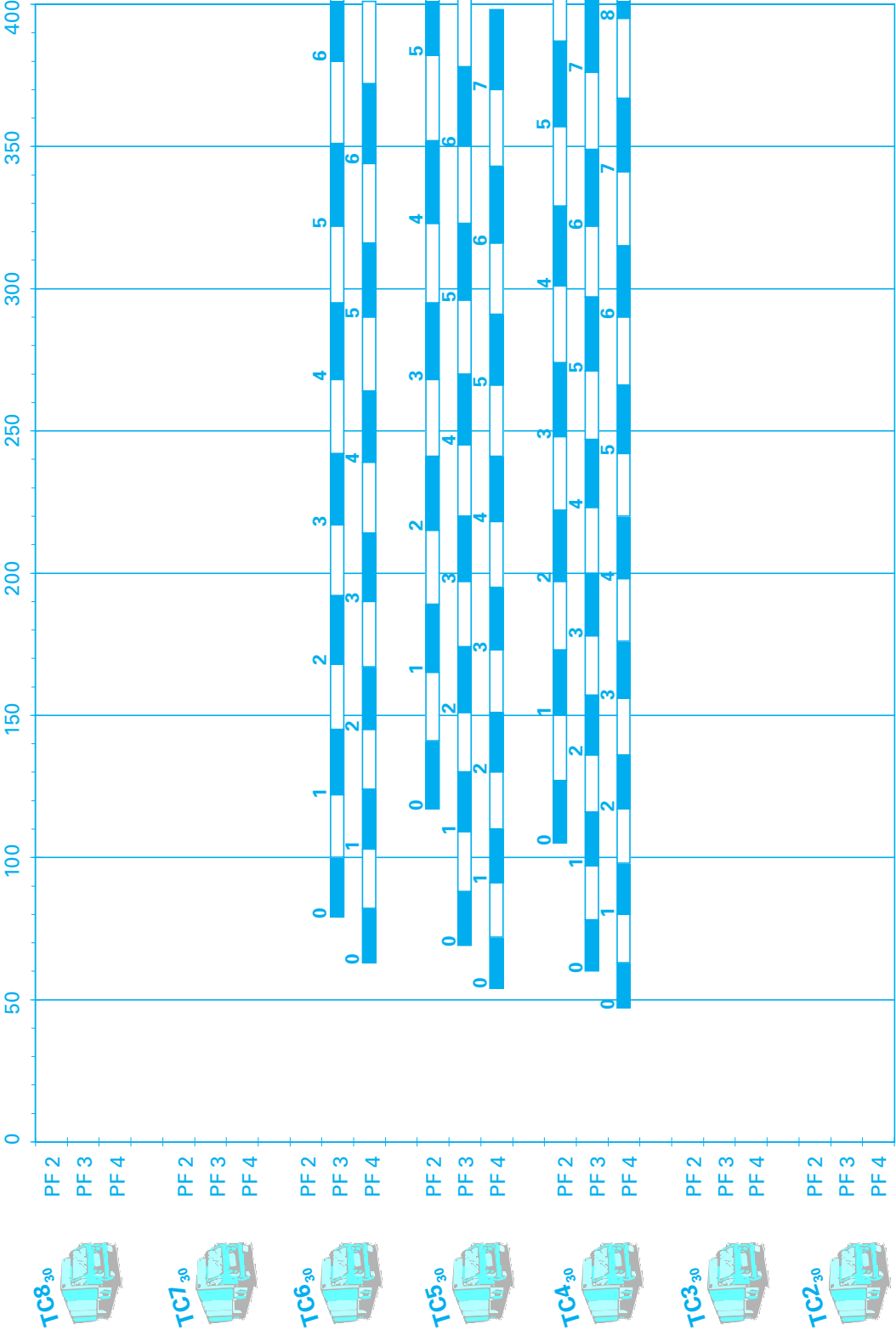
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



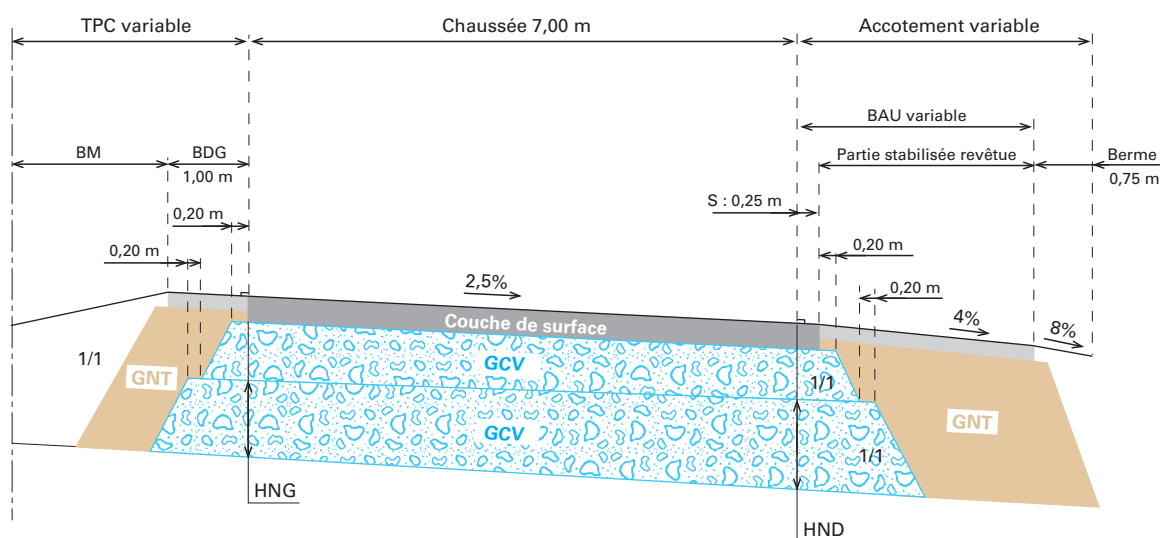
IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Couche de base : Grave - cendres volantes silico-alumineuses-chaux de classe 3 (GCV)
Couche de fondation : Grave - cendres volantes silico-alumineuses-chaux de classe 3 (GCV)

- **Exemple d'une coupe transversale pour cette structure**



La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

	Traffic $\geq TC_{50}$	Traffic $\leq TC_{40}$
Base GCV	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$
Fondation GCV	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	

	base : GCV	fondation : GCV		
HNG _{min} (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base :	couche de fondation : GCV 0/20		
	GCV 0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)



TC3₃₀

1 million PL
(1,2 million NE)



TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

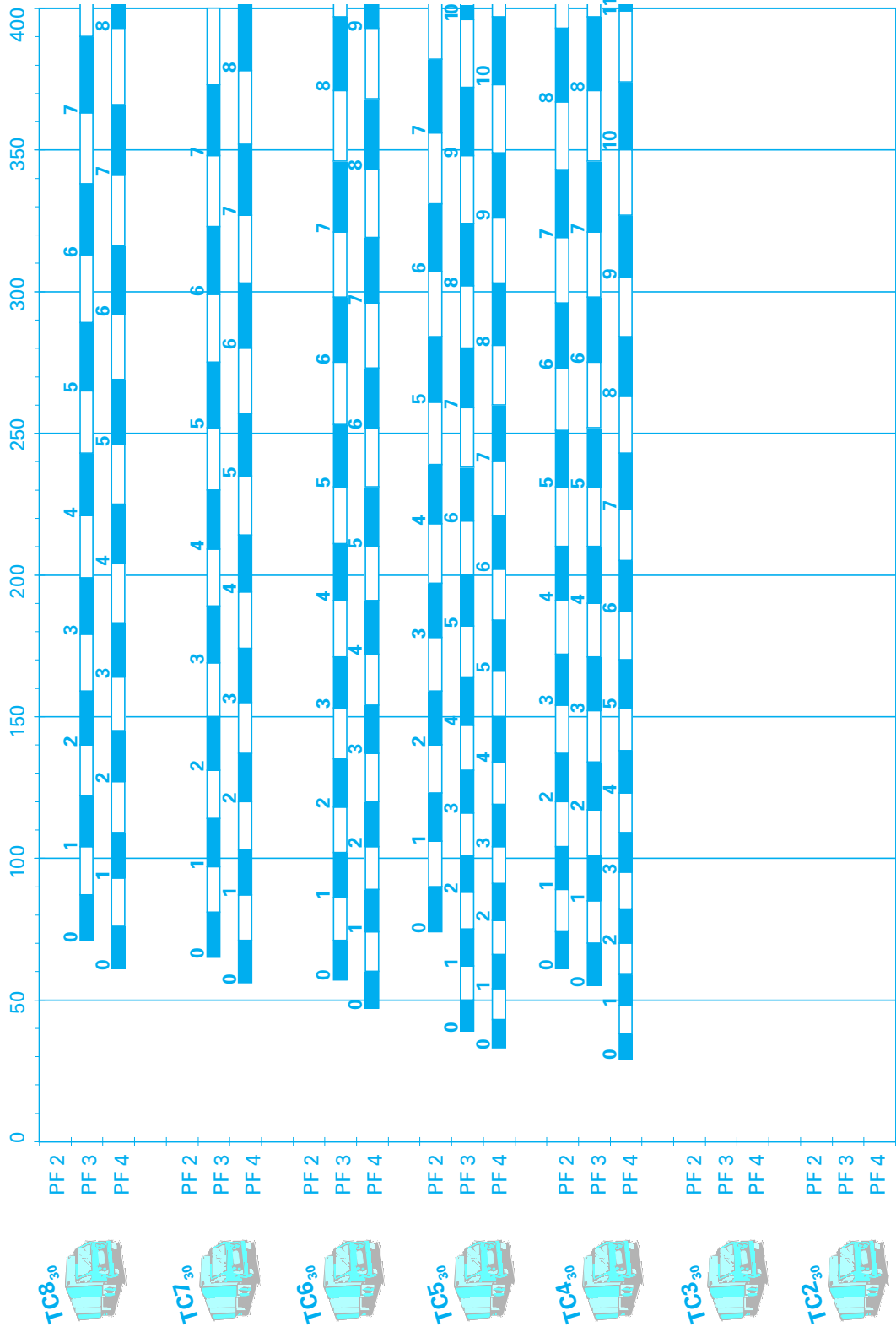
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

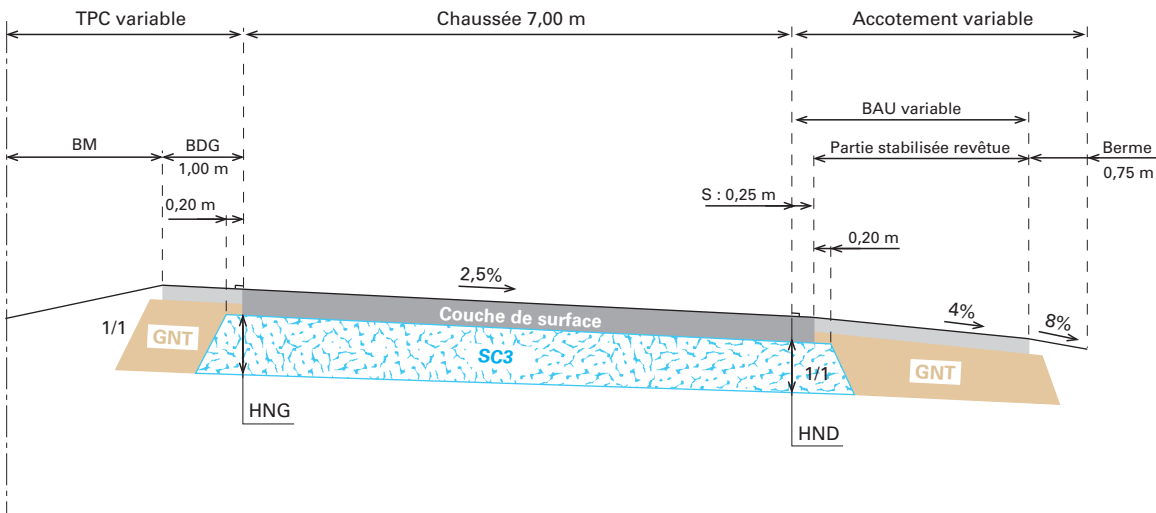


Structure :

- Monocouche :
Sable traité au ciment* de classe 3 (SC3)
* ou liant routier ou cendres hydrauliques.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Base - fondation SC	SH d’épaisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

base - fondation : SC			
$HNG_{\min}$ (cm)	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	15	18	20

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	base - fondation : SC		
	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	18	20
maxi (cm)	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

La préfissuration du sable traité aux liants hydrauliques est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



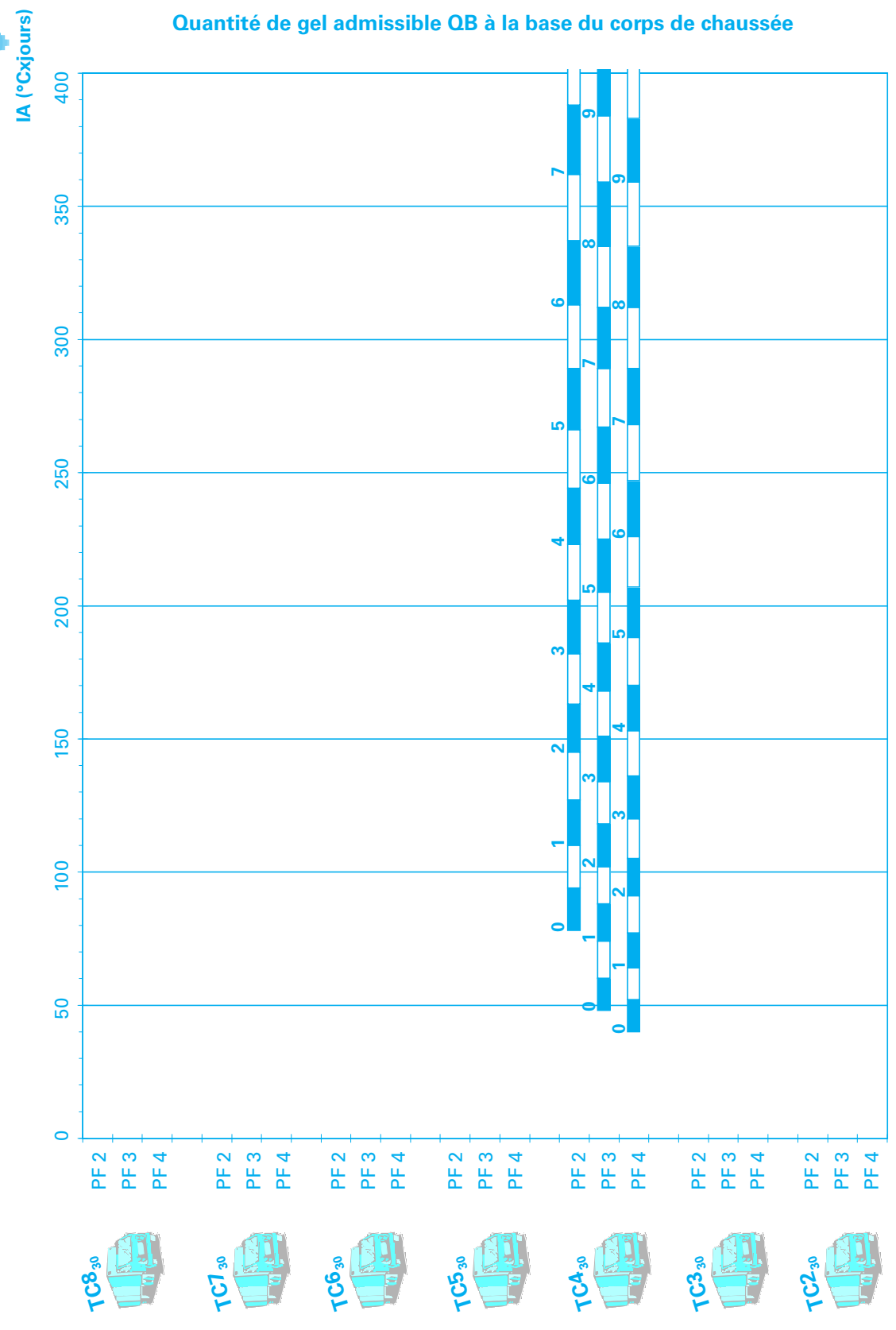
1 million PL
(1,2 million NE)



NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

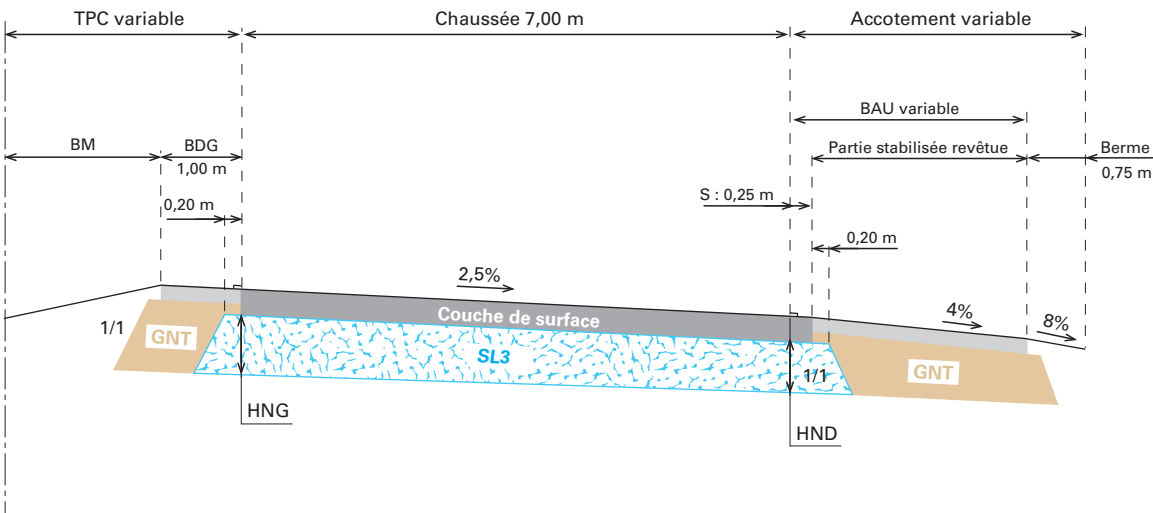


Structure :

- Monocouche :
Sable traité au laitier prébroyé* de classe 3 (SL3)
* activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d  une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d   paisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure    ΔH_{max} . L   paisseur HNG doit être supérieure    HNG_{min} .

Base - fondation SL	SH d���paisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{max} = 10 \text{ cm}$

base - fondation : SL			
HNG _{min} (cm)	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	15	18	20

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	base - fondation : SL		
	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	18	20
maxi (cm)	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

La préfissuration du sable traité aux liants hydrauliques est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



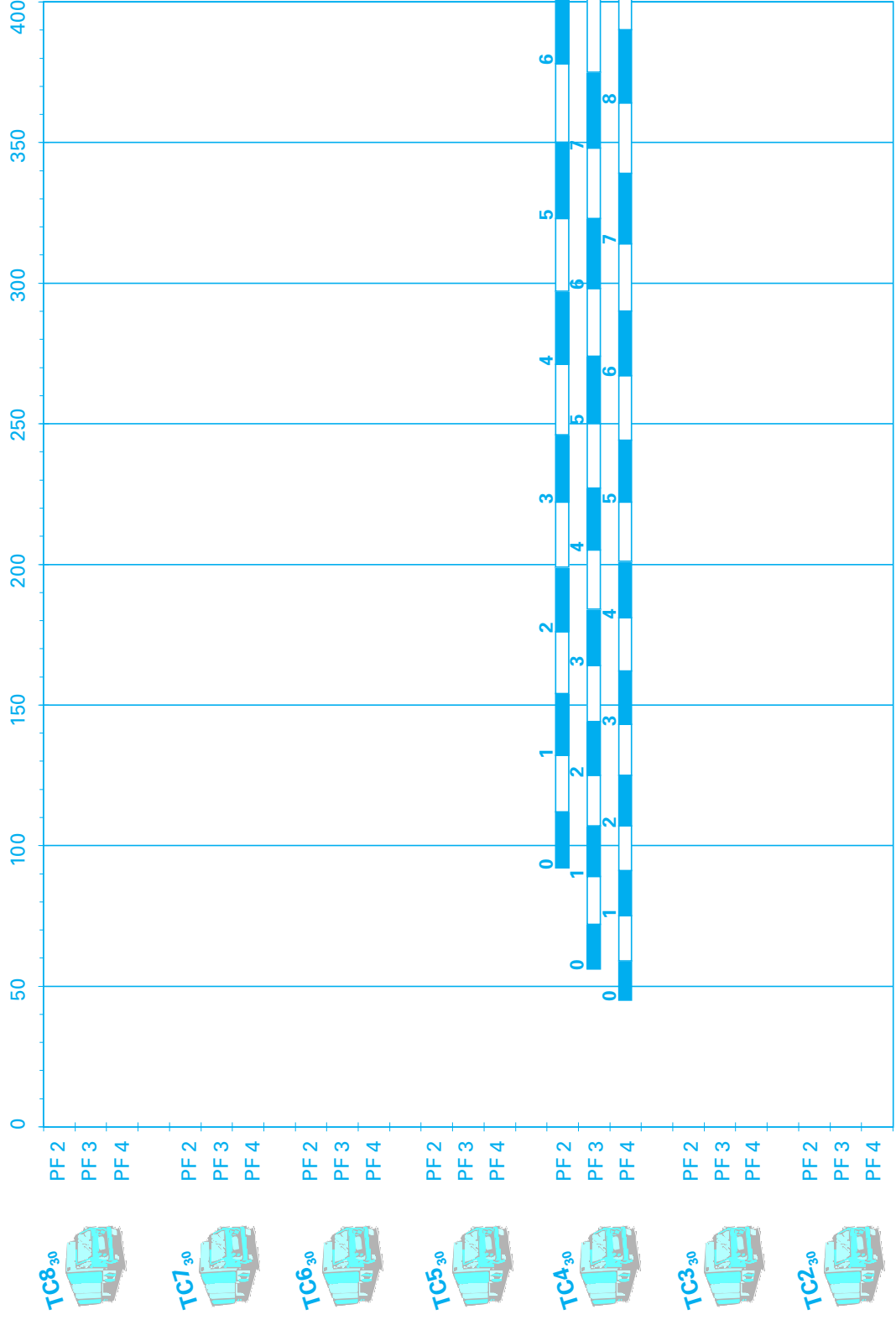
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

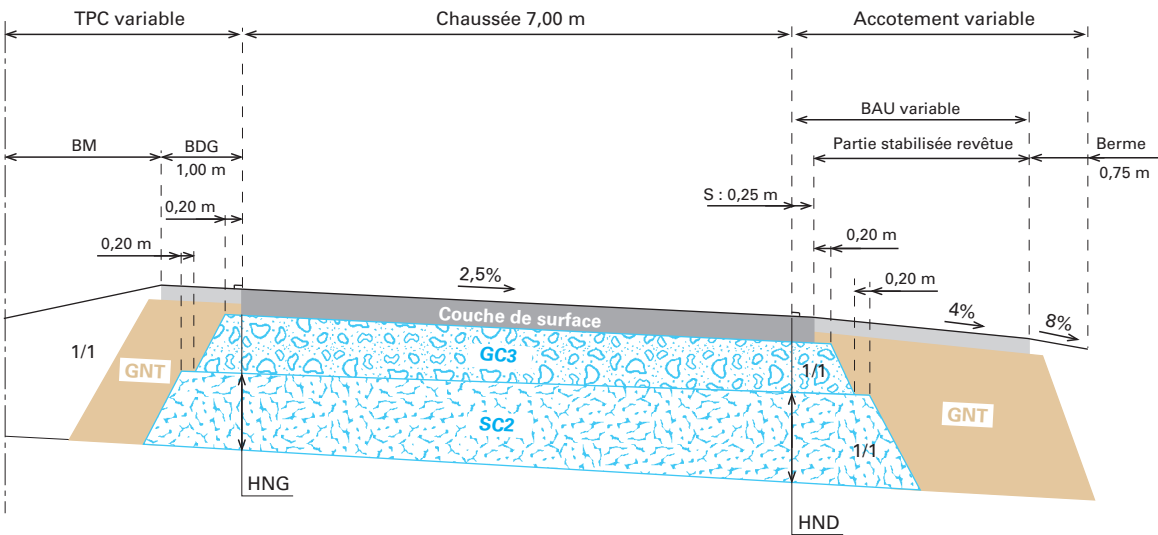


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- Couche de fondation : Sable - ciment de classe 2 (SC2)
- * avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

	Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GC	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation SC	SH d'épaisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

	base : GC	fondation : SC		
HNG_{min} (cm)	15	sur PF4	sur PF3	sur PF2
		15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou 4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : SC		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)



TC3₃₀

1 million PL
(1,2 million NE)



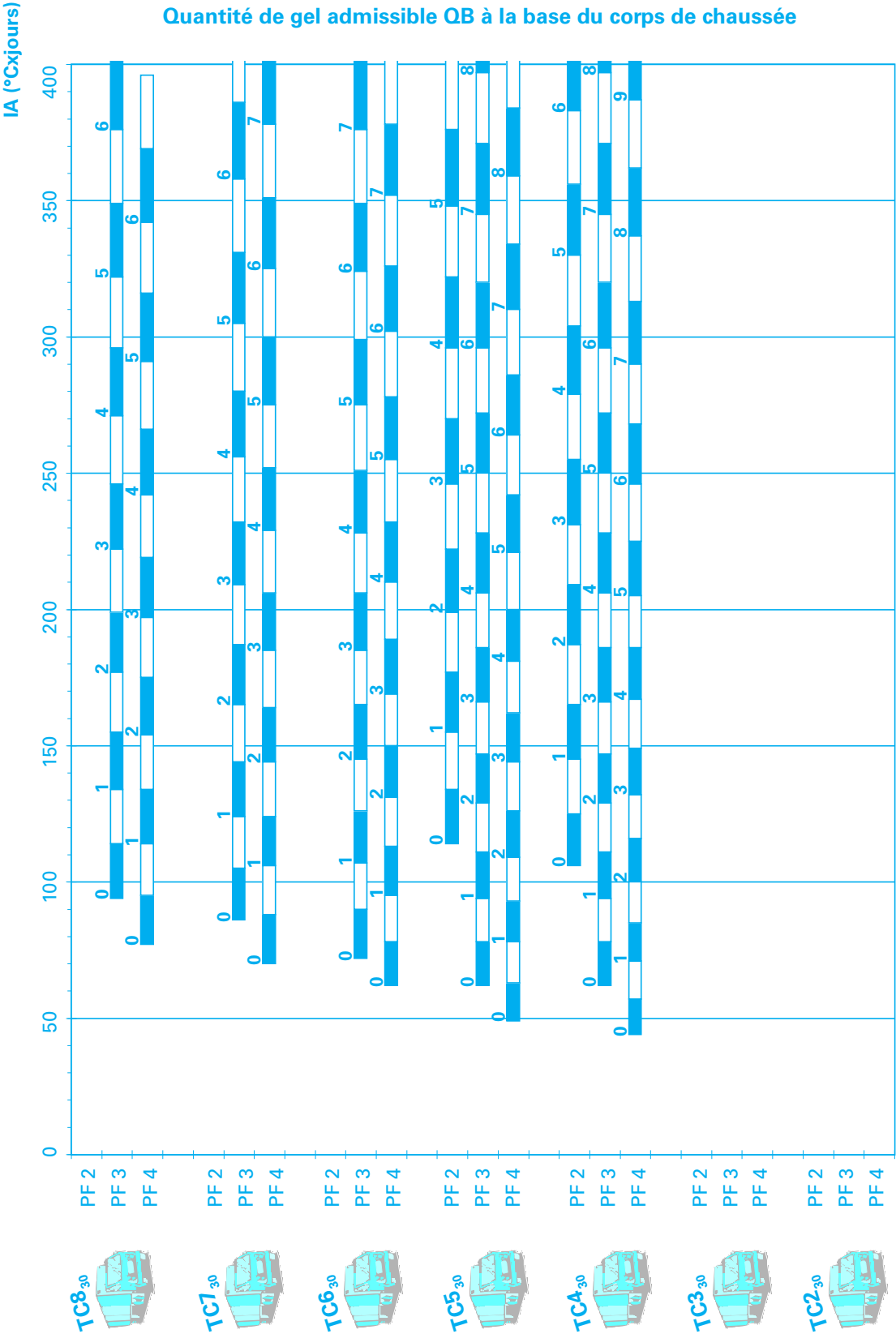
TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

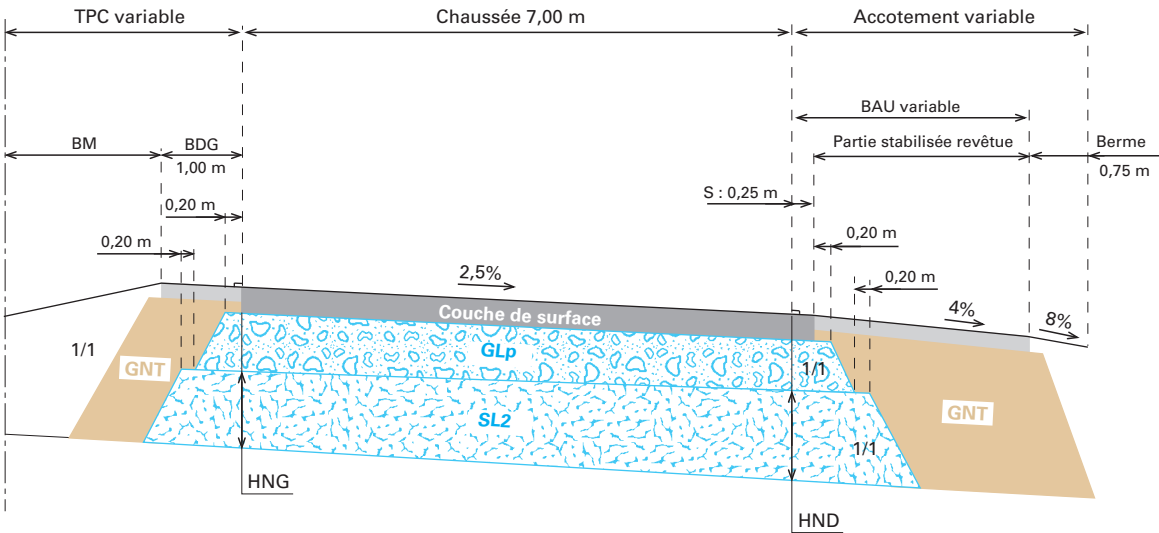


Structure :

- Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
- Couche de fondation : Sable - laitier prébryé de classe 2 (SL2)
- * avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L’épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

	Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GLp	$\Delta H_{\max} = 0\text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 5\text{ cm}$	
Fondation SL	SH d'épaisseur HND (cm) :			
	≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
	$\Delta H_{\max} = 5\text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6\text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8\text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10\text{ cm}$

	base : GLp	fondation : SL		
HNG _{min} (cm)		sur PF4	sur PF3	sur PF2
	15	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 4 cm BBM
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLp	couche de fondation : SL		
	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)



TC3₃₀

1 million PL
(1,2 million NE)



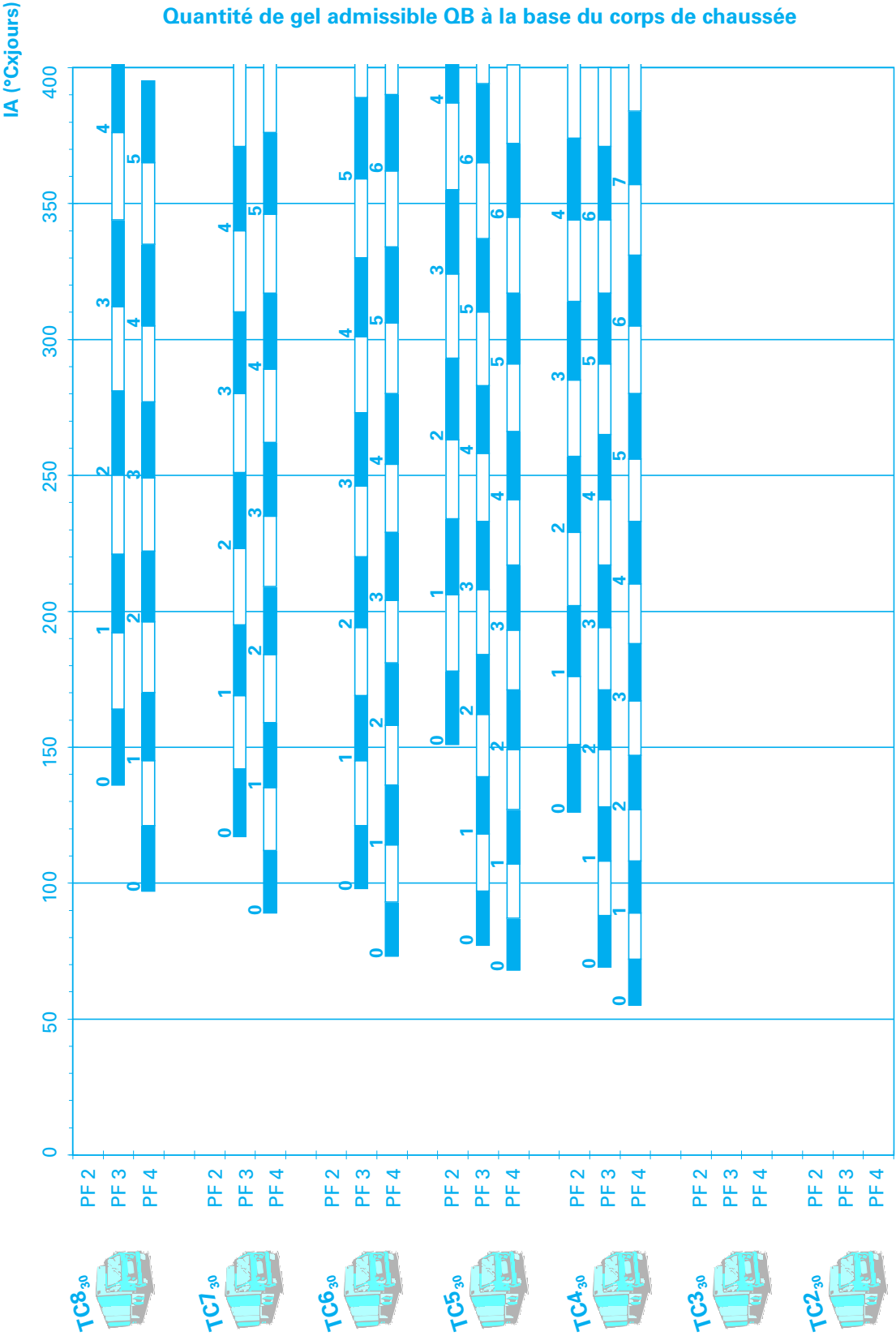
TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

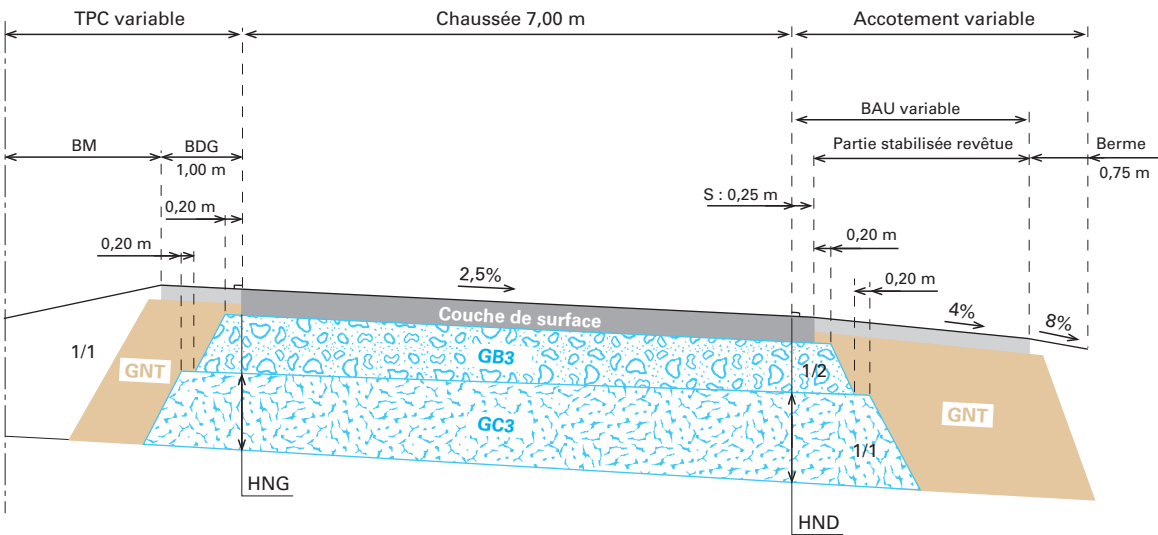


Structure :

- Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- * ou liant routier ou cendres hydrauliques.

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$
Fondation GC		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	

HNG _{min} (cm)	base : GB		fondation : GC		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	8	10	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : GC3 0/20		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₃₀

94 millions PL
(113 millions NE)



TC7₃₀

38 millions PL
(45 millions NE)



TC6₃₀

14 millions PL
(17 millions NE)



TC5₃₀

6 millions PL
(6,8 millions NE)



TC4₃₀

3 millions PL
(3,4 millions NE)



TC3₃₀

1 million PL
(1,1 million NE)



TC2₃₀

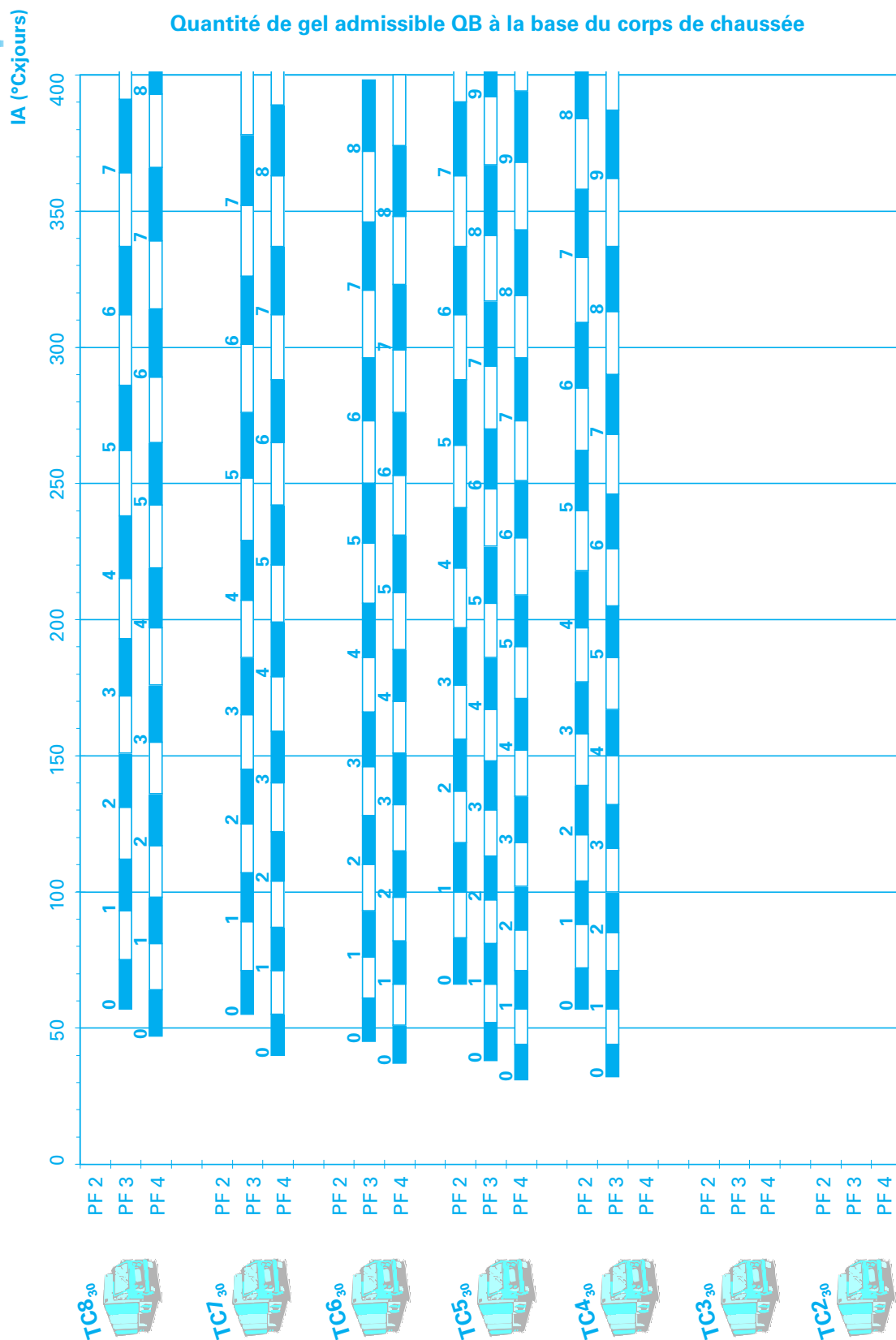
	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,2

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

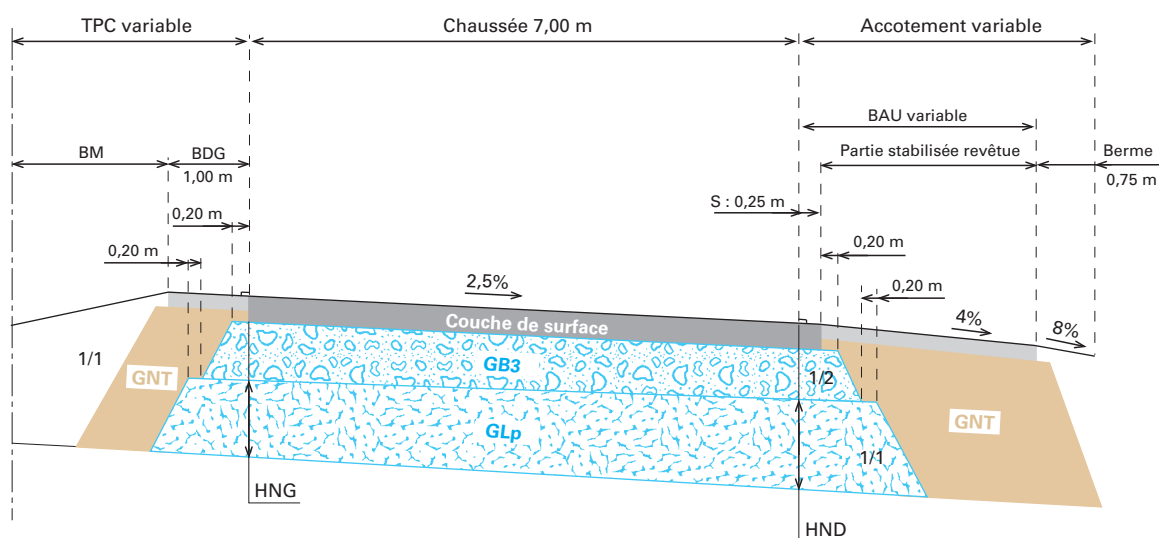


Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
Couche de fondation : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
* avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$	
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$	
Fondation GLp		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$			
	base : GB		fondation : GLp		
HNG _{min} (cm)	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	8	10	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

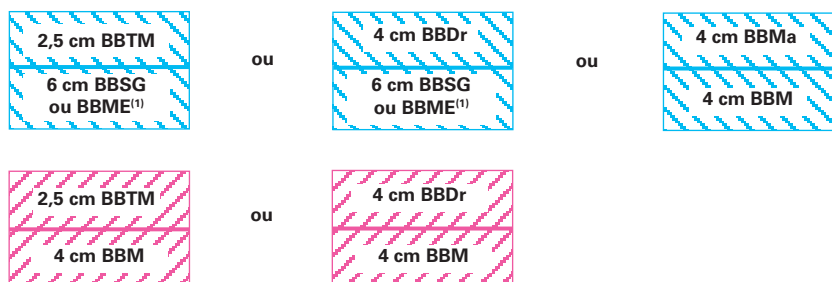
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : GLp 0/20		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₃₀

94 millions PL
(113 millions NE)



TC7₃₀

38 millions PL
(45 millions NE)



TC6₃₀

14 millions PL
(17 millions NE)



TC5₃₀

6 millions PL
(6,8 millions NE)



TC4₃₀

3 millions PL
(3,4 millions NE)



TC3₃₀

1 million PL
(1,1 million NE)



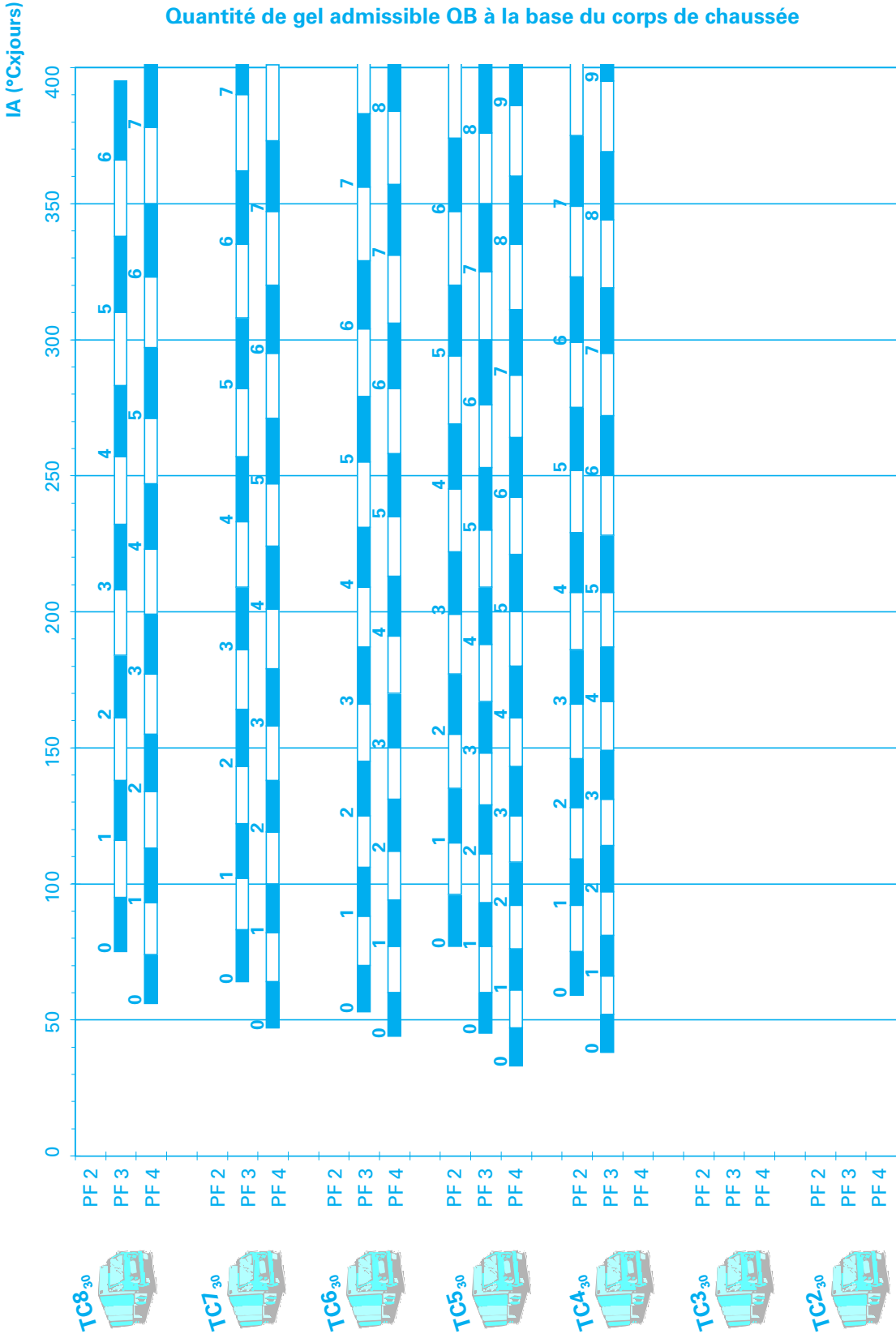
TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,2



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

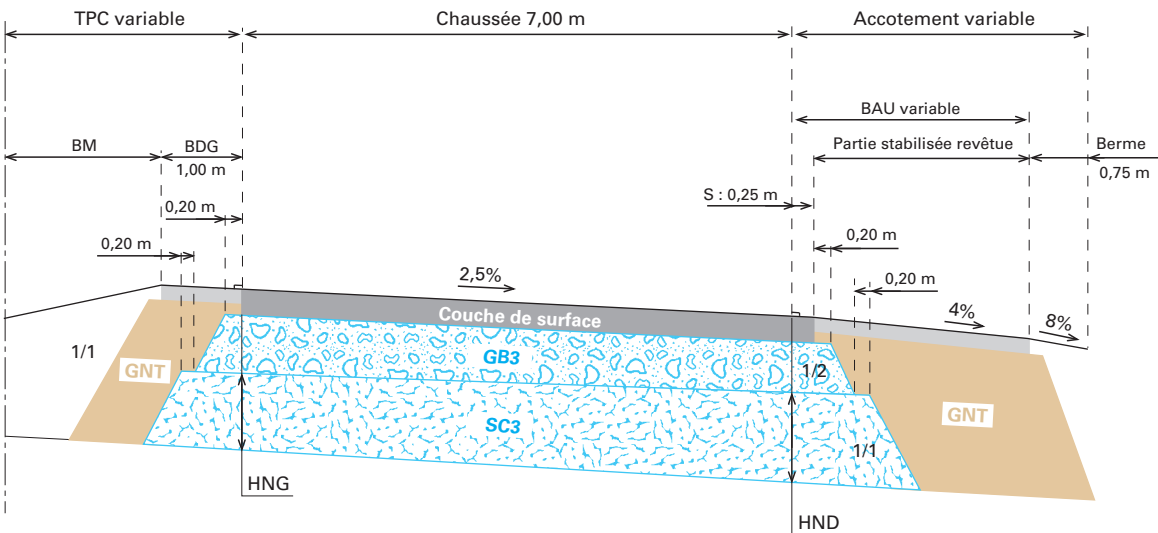


Structure :

- Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Sable - ciment de classe 3 (SC3)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$		
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$		
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$		
Fondation SC		SH d'épaisseur HND (cm) :			
		≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

	base : GB		fondation : SC		
HNG _{min} (cm)	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	8	10	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : SC3		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₃₀

94 millions PL
(113 millions NE)



TC7₃₀

38 millions PL
(45 millions NE)



TC6₃₀

14 millions PL
(17 millions NE)



TC5₃₀

6 millions PL
(6,8 millions NE)



TC4₃₀

3 millions PL
(3,4 millions NE)



TC3₃₀

1 million PL
(1,1 million NE)

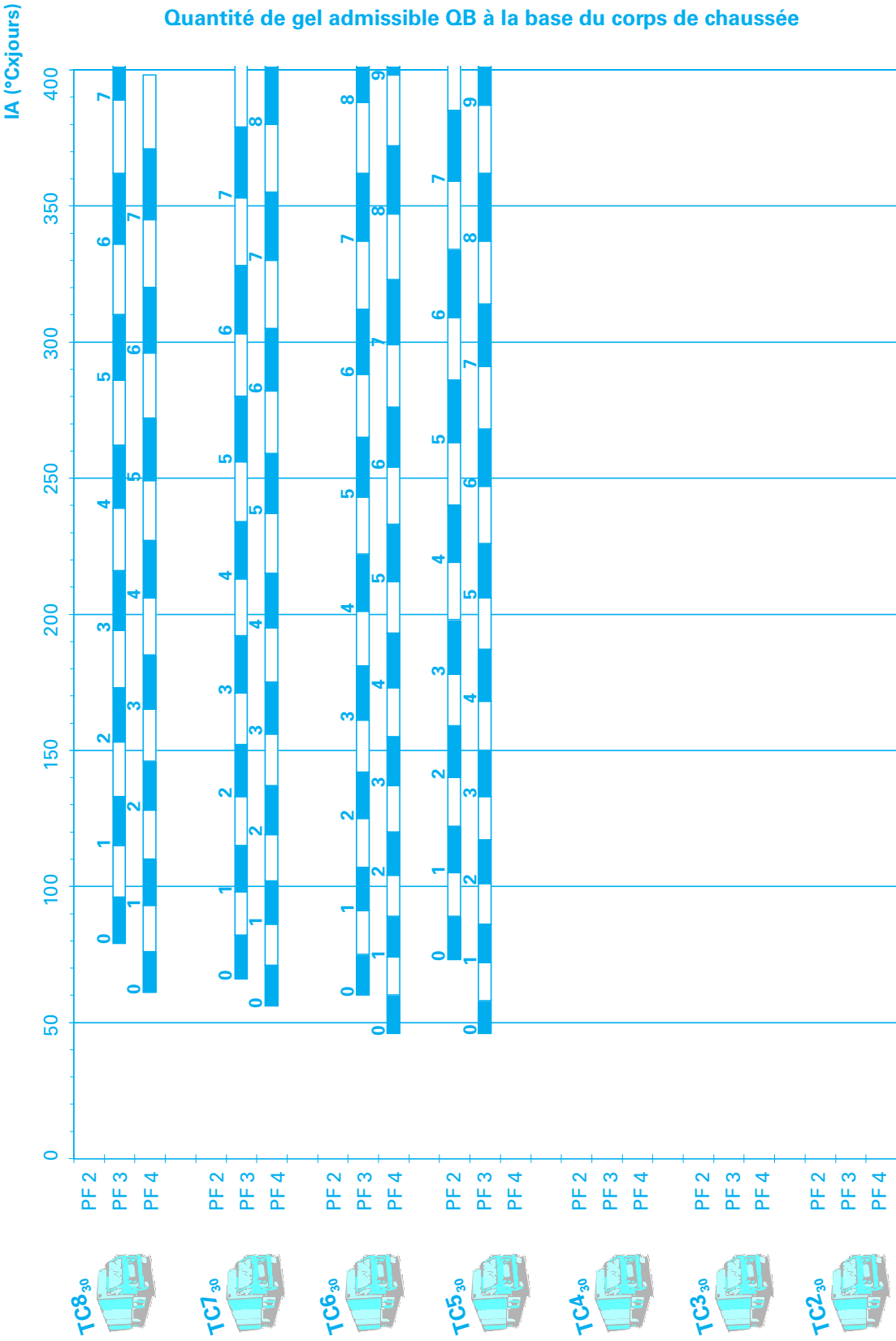


TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	

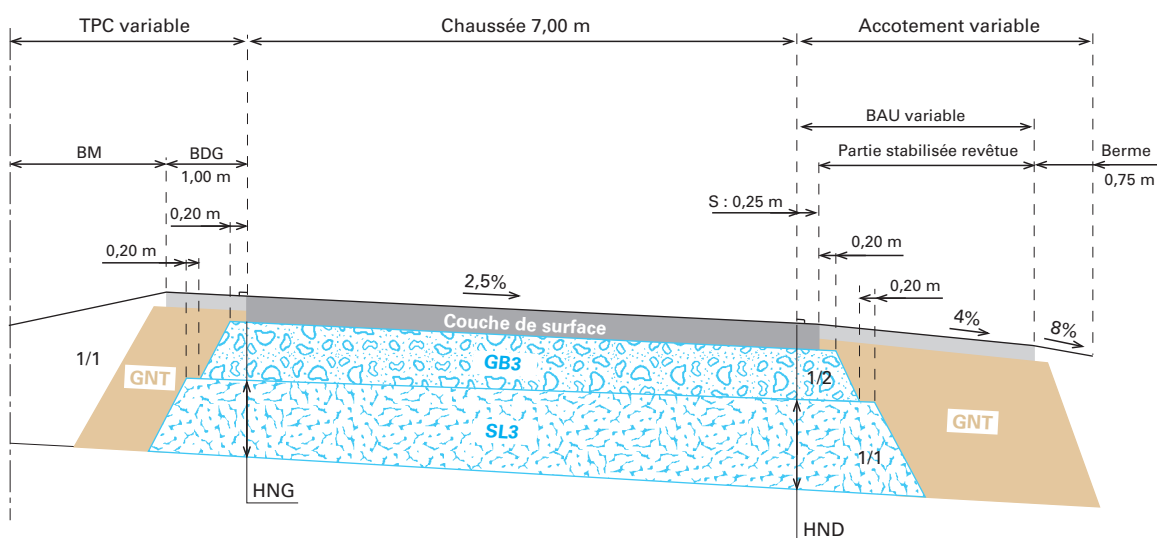
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,2

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
Couche de fondation : Sable - laitier de classe 3 (SL3)

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$		Trafic $\leq TC4_{30}$	
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$	
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$		$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$	
Fondation SL		SH d'épaisseur HND (cm) :			
		≤ 30	31 - 35	36 - 40	≥ 41
		$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 6 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 8 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$

	base : GB		fondation : SL		
HNG _{min} (cm)	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
	8	10	15	18	20

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : SL3		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₃₀

94 millions PL
(113 millions NE)



TC7₃₀

38 millions PL
(45 millions NE)



TC6₃₀

14 millions PL
(17 millions NE)



TC5₃₀

6 millions PL
(6,8 millions NE)



TC4₃₀

3 millions PL
(3,4 millions NE)



TC3₃₀

1 million PL
(1,1 million NE)



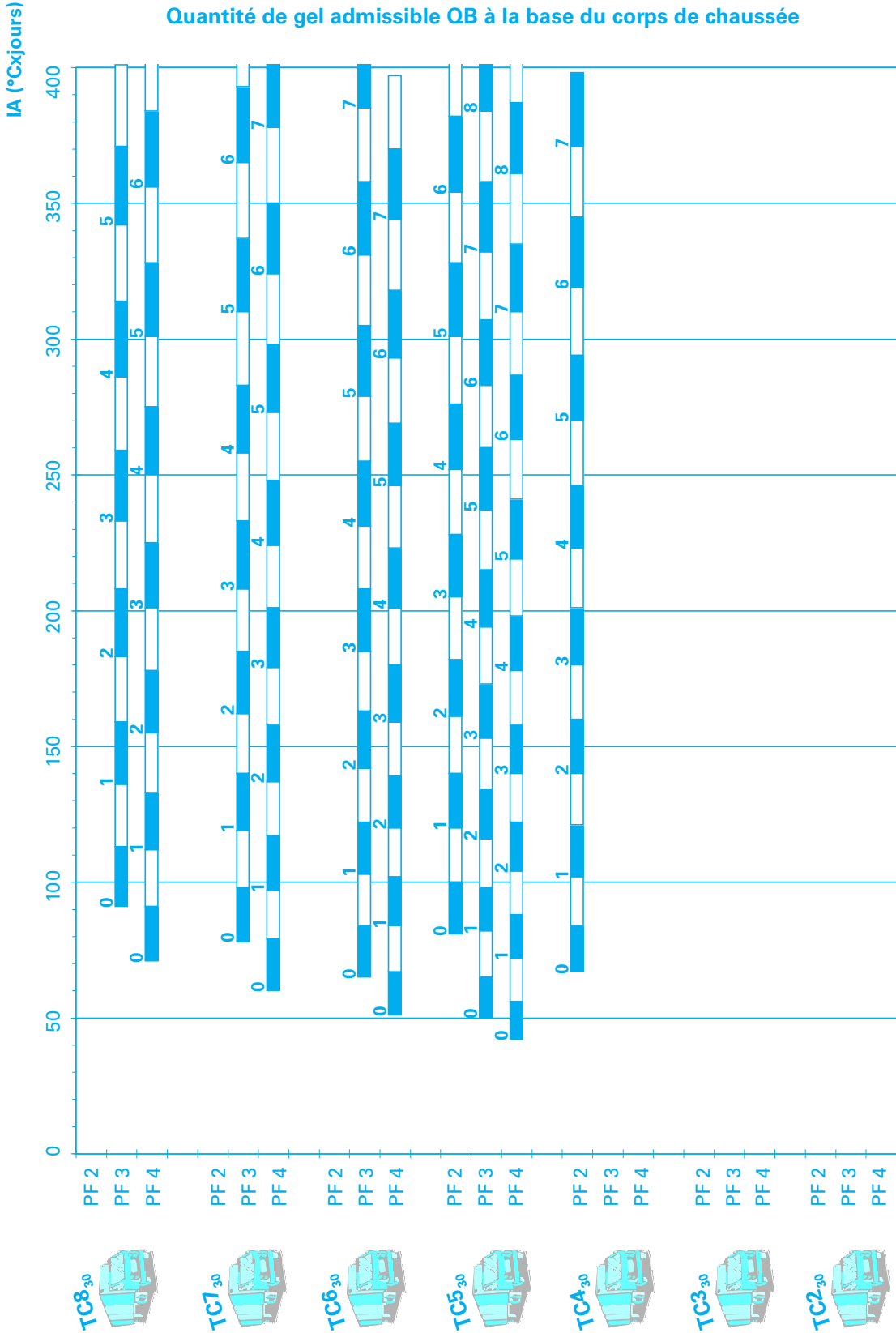
TC2₃₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,2



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



Couche de base-roulement : Béton armé continu (BAC) avec des fers ronds
Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Dalle de béton en base-roulement BAC	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$
Fondation BC2	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$

	base-roulement : BAC	fondation : BC2
HNG _{min} (cm)	14	12

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BAC	BC2
mini (cm)	14	12
maxi (cm)	30	40



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)



TC3₃₀

1 million PL
(1,2 million NE)



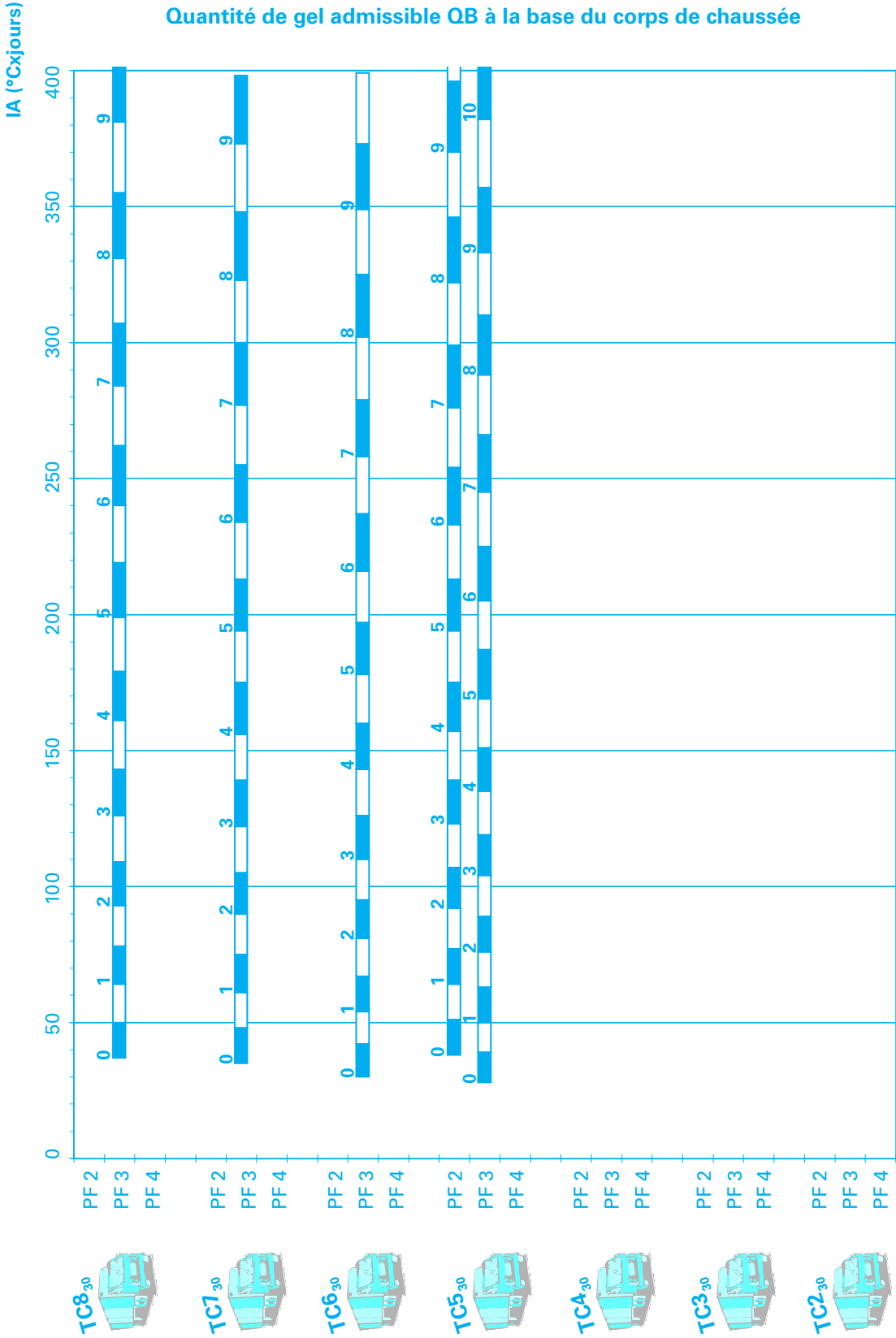
TC2₃₀

	50 MPa	120 MPa	200 MPa
PF 2	PF 3	PF 4	
		20 cm 18 cm	
		19 cm 18 cm	
		19 cm 15 cm	
	17 cm 18 cm	17 cm 15 cm	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

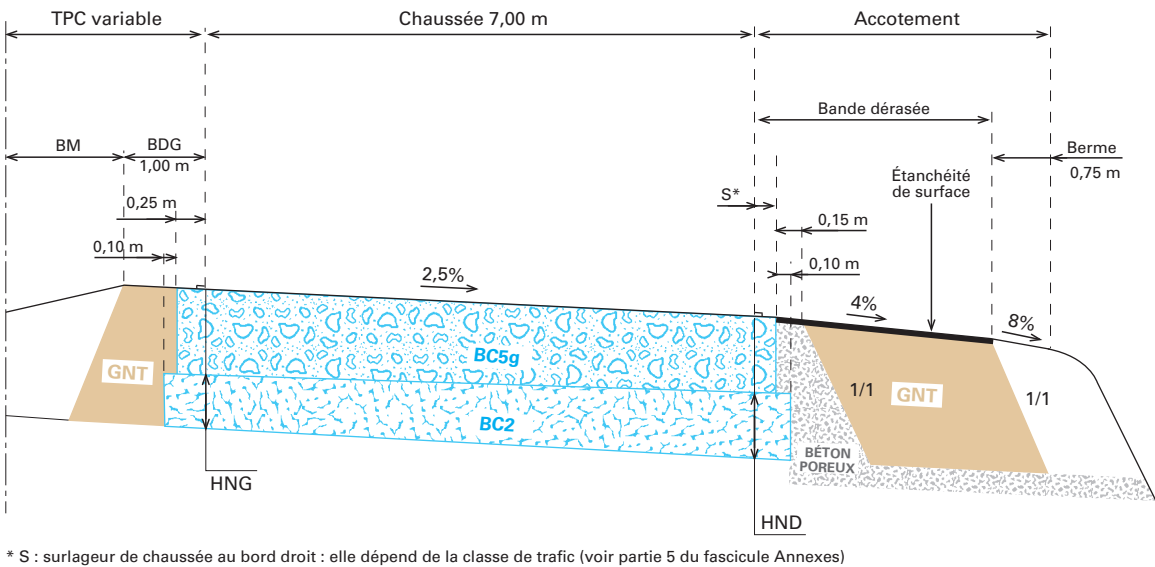


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 goudonné (BC5g)
- Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Dalle de béton en base-roulement BCg	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
Fondation BC	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$	
	base-roulement : BCg	fondation : BC
$HNG_{\min}$ (cm)	14	12

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BCg	BC2
mini (cm)	14	12
maxi (cm)	30	40



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)

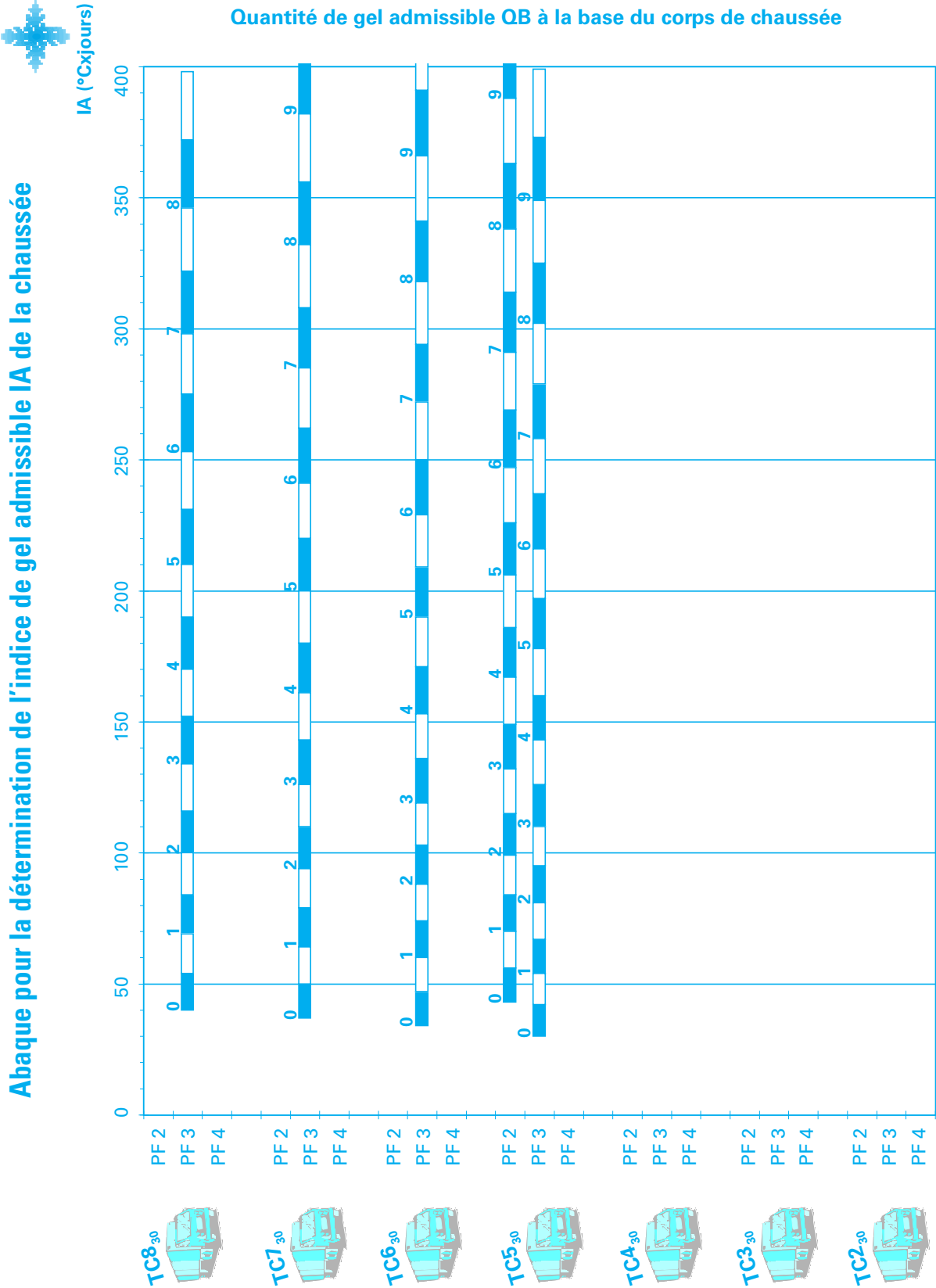


1 million PL
(1,2 million NE)



	50 MPa	120 MPa	200 MPa
PF 2	PF 3	PF 4	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



* reposant sur une plate-forme traitée aux liants hydrauliques de classe PF3 ou PF4.

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Dalle de béton en base-roulement : BAC	$\Delta H_{\max} = 10 \text{ cm}$
	Base-roulement : BAC
HNG _{min} (cm)	14

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BAC
mini (cm)	14
maxi (cm)	30

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)

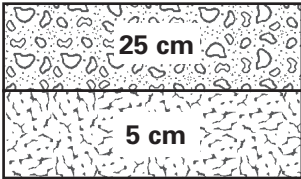
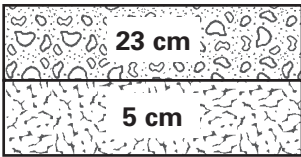
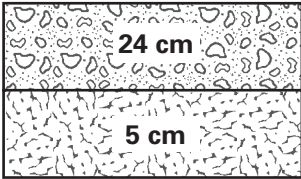
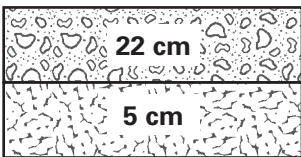
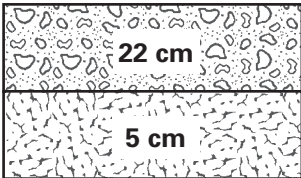
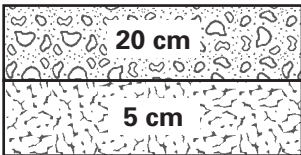
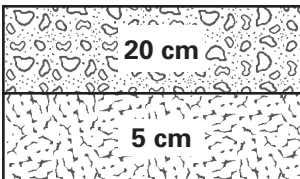
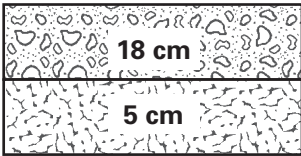
TC4₃₀

3 millions PL
 (3,6 millions NE)

TC3₃₀

1 million PL
 (1,2 million NE)

TC2₃₀

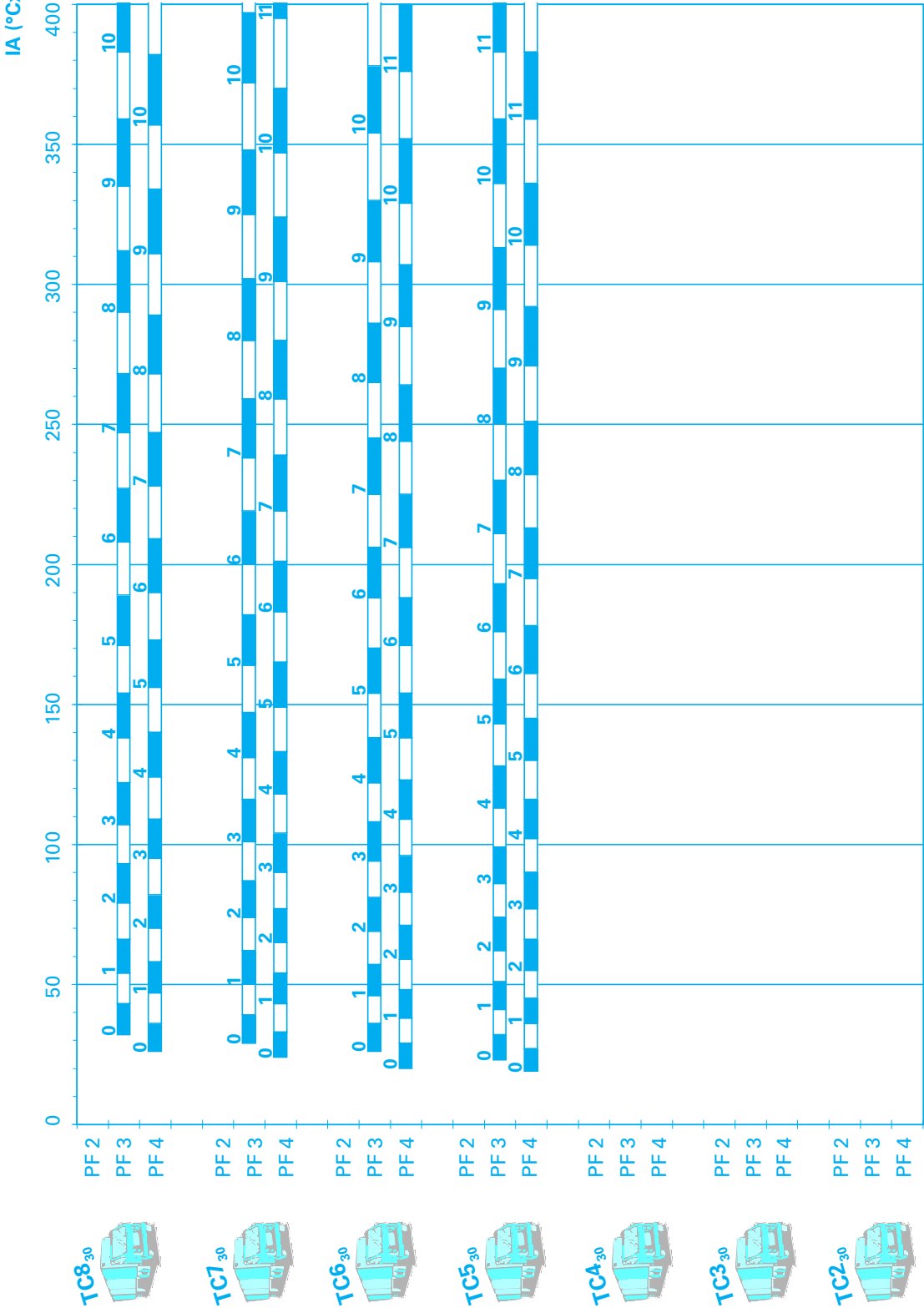

	50 MPa	120 MPa	200 MPa
PF 2	PF 3	PF 4	
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3



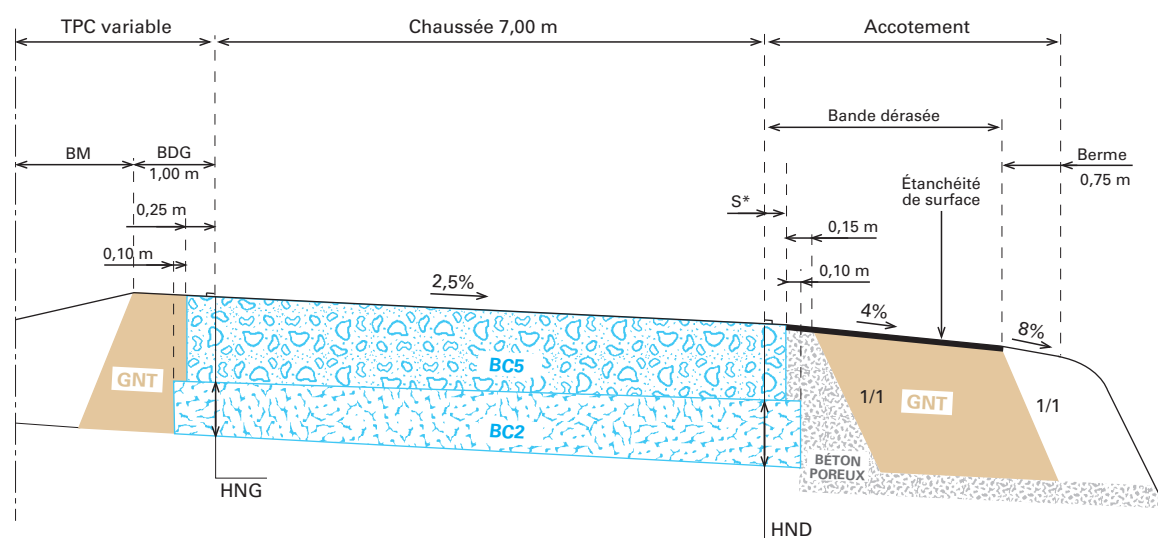
Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goudronné (BC5)
Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



* S : surleveur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Dalle de béton en base-roulement BC5	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$
Fondation BC2	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$

	base-roulement : BC5	fondation : BC2
HNG _{min} (cm)	15	12

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BC5	BC2
mini (cm)	15	12
maxi (cm)	40	40

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



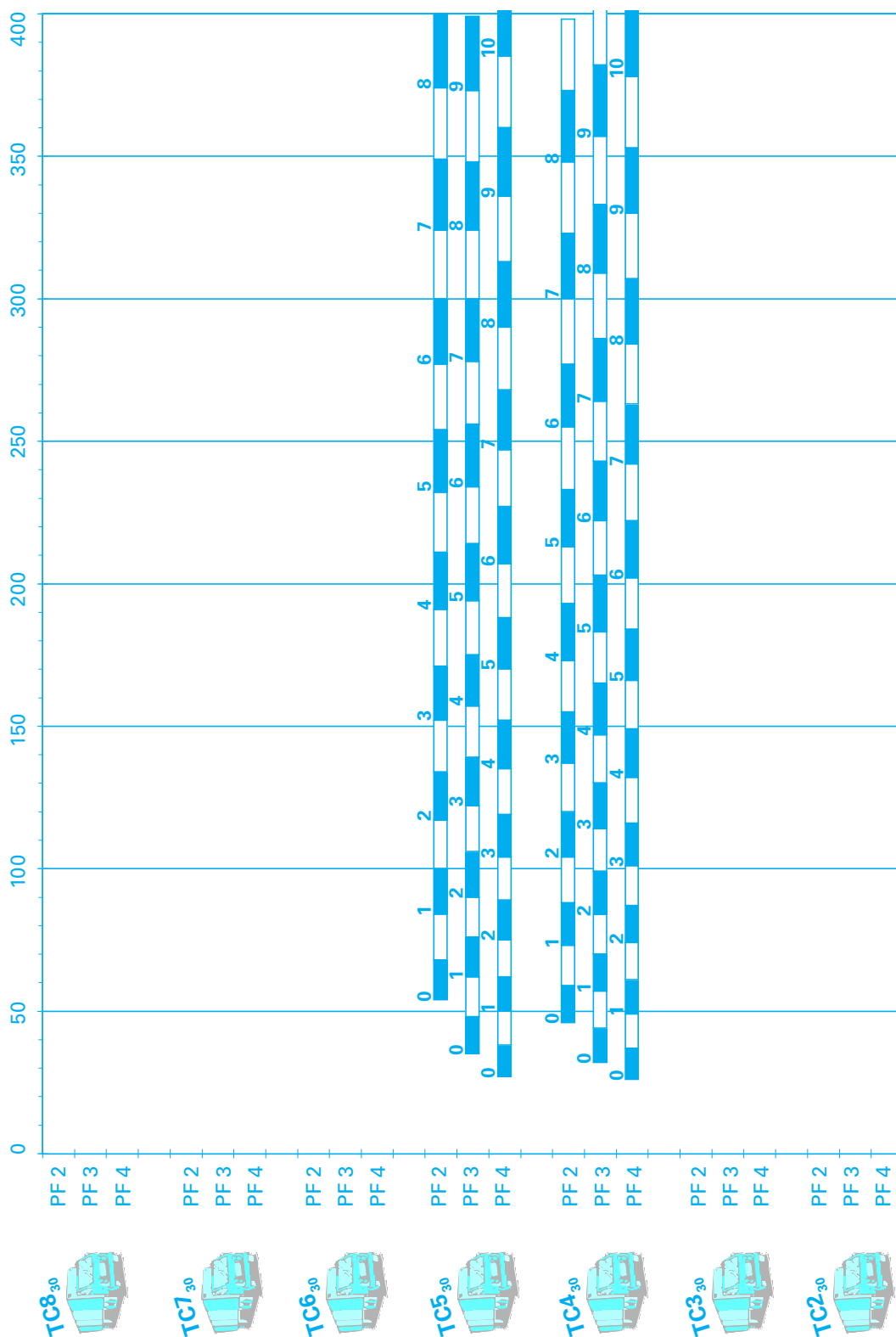
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjourns)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

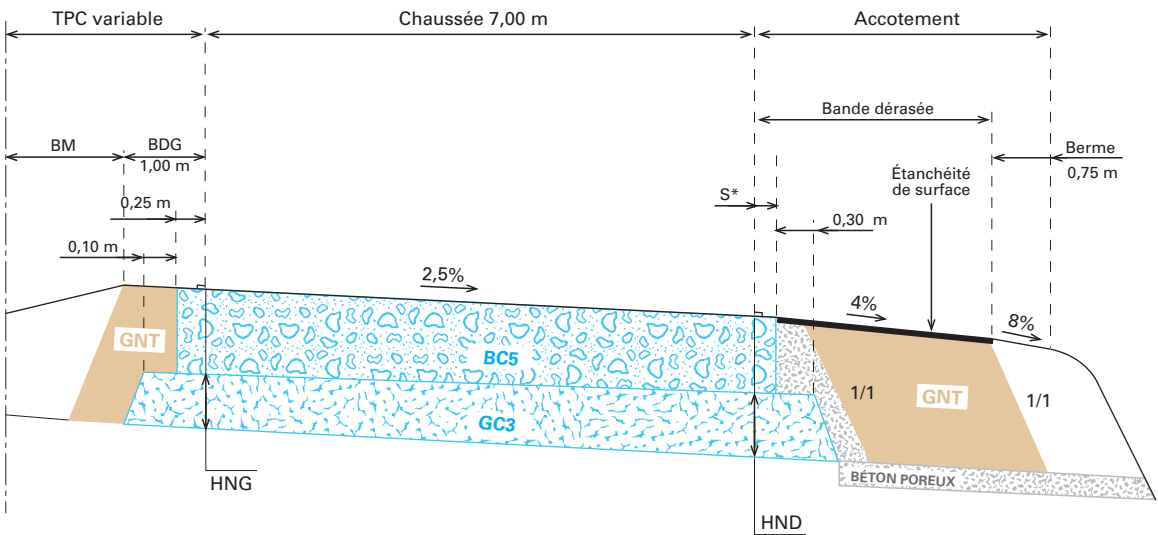


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goujonné (BC5)
- Couche de fondation : Grave - ciment de classe 3 (GC3)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

Dalle de béton en base-roulement BC5	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$
Fondation GC	$\Delta H_{\max} = 5 \text{ cm}$

	base-roulement : BC5	fondation : GC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
$HNG_{\min} \text{ (cm)}$	15	15	18	20

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCI₃₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : BC5	couche de fondation : GC 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	40	32 ⁽¹⁾	32 ⁽¹⁾	32 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)



1 million PL
(1,2 million NE)



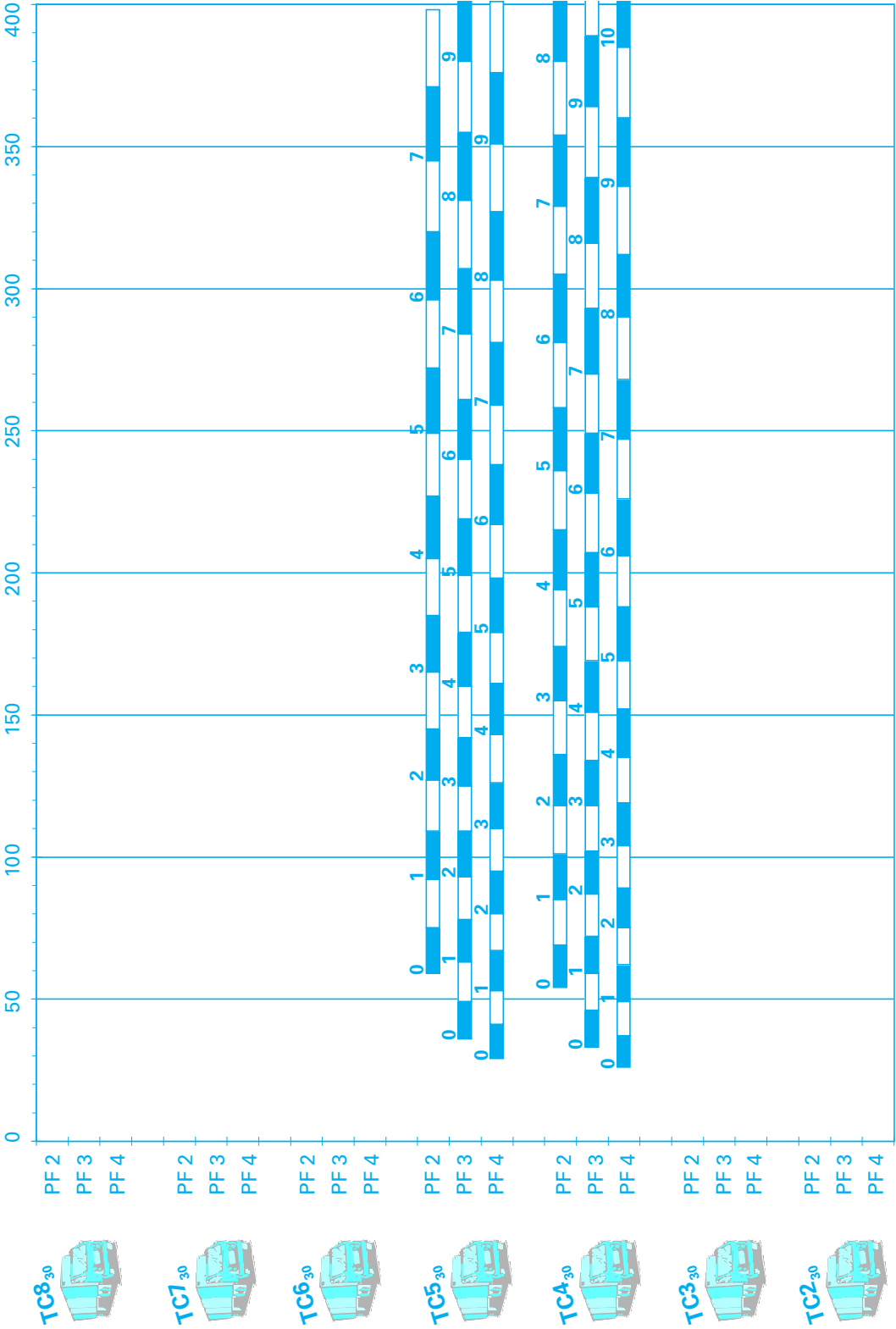
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

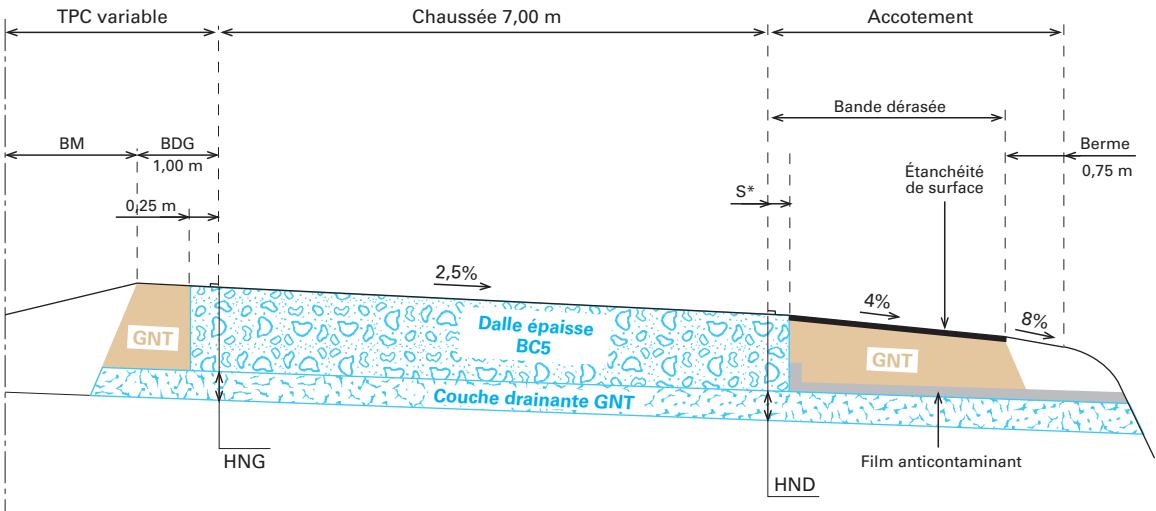


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goudonné (BC5) en dalle épaisse
- Couche de fondation : Couche drainante (CD) en grave non traitée (GNT)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surligneur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max} . L'épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min} .

Dalle de béton en base-roulement BC5	$\Delta H_{max} = 10\text{ cm}$
Fondation GNT	$\Delta H_{max} = 5\text{ cm}$
	base-roulement : BC5
$HNG_{min}\text{ (cm)}$	15

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BC5
mini (cm)	15
maxi (cm)	40

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(122 millions NE)



38 millions PL
(49 millions NE)



14 millions PL
(18,4 millions NE)



6 millions PL
(7,3 millions NE)



3 millions PL
(3,6 millions NE)

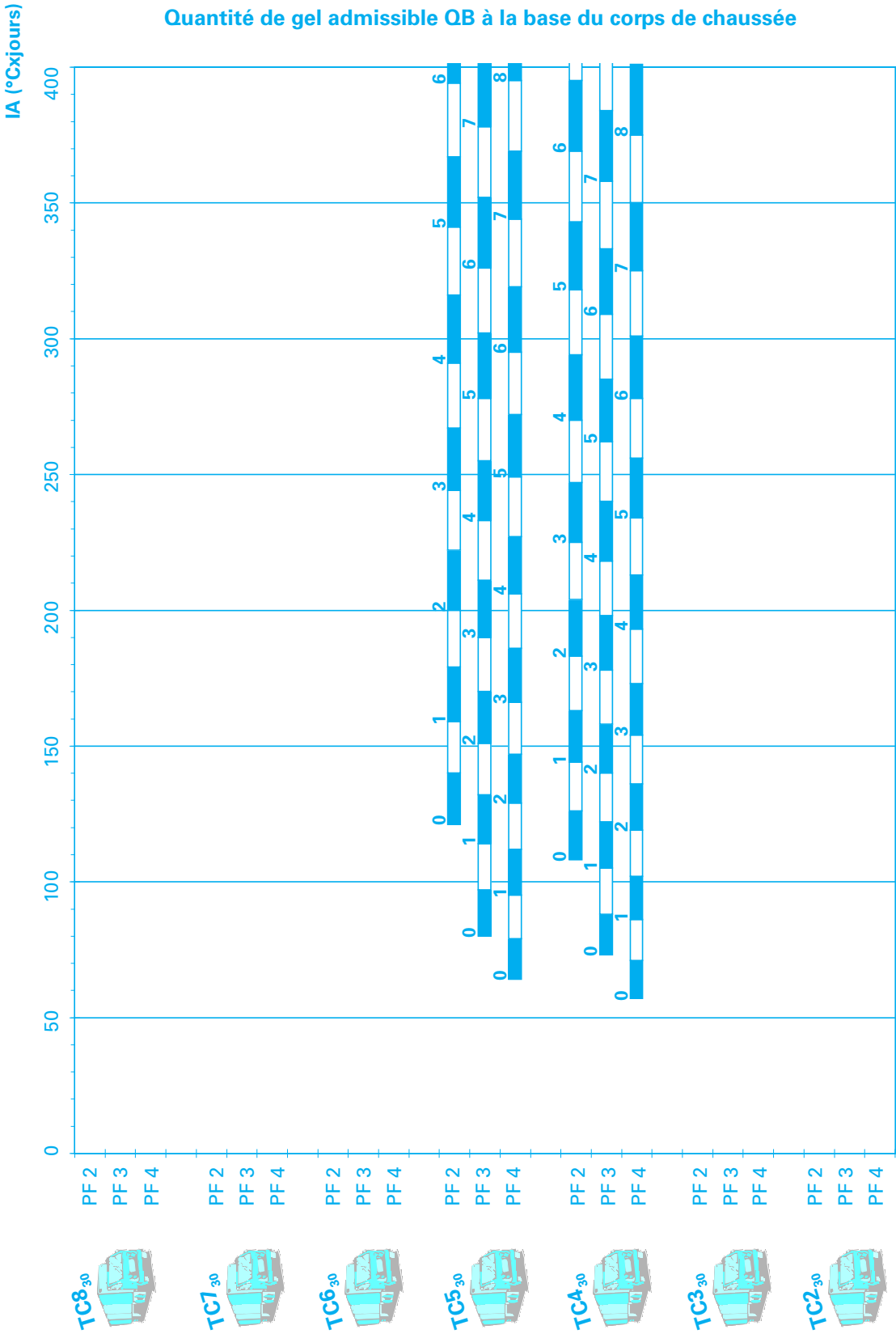


1 million PL
(1,2 million NE)



NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1,3

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



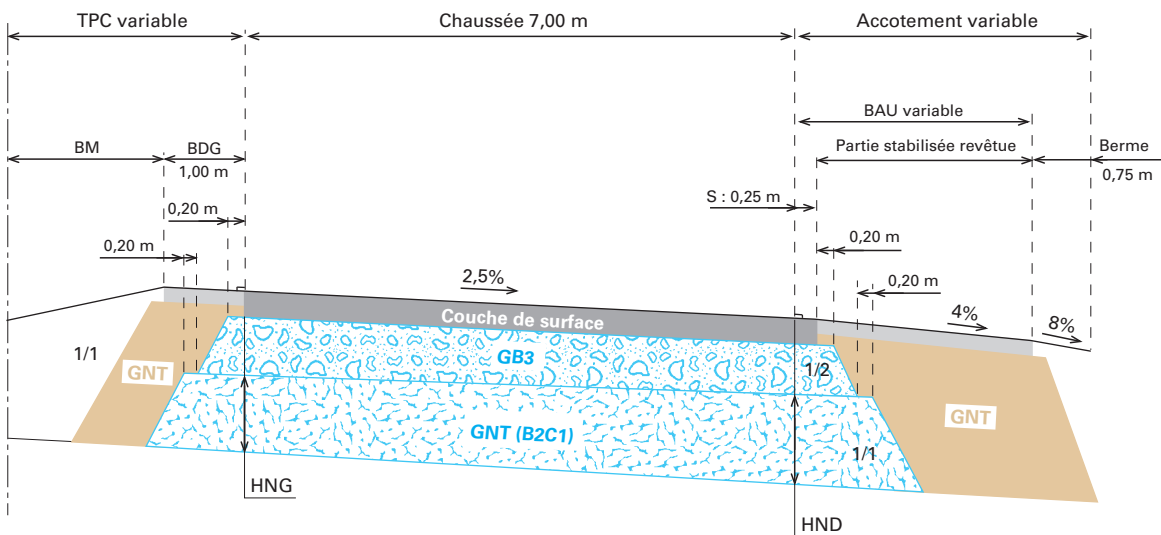
VOIES DU RÉSEAU STRUCTURANT (VRS)

Structure :

- Couche de base : Grave-bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave non traitée (GNT) de type B2 et de classe de performance C1 reposant sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Variation transversale d’épaisseur :

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{\max}$. L’épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{\min}$.

		Trafic $\geq TC5_{30}$	Trafic $\leq TC4_{30}$
Base GB	0/14	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 2 \text{ cm}$
	0/20	$\Delta H_{\max} = 0 \text{ cm}$	$\Delta H_{\max} = 3 \text{ cm}$

base : GB		
$HNG_{\min} \text{ (cm)}$	0/14	0/20
	8	10

GB3/GNT/CdForme (MTLH)

Commentaires

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB	
	0/14	0/20
mini (cm)	8	10
maxi (cm)	12	15

- Pour un matériau de couche de forme de classe mécanique 5, ajouter 3 cm à la couche de GB.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa



94 millions PL
(75 millions NE)



38 millions PL
(30 millions NE)



14 millions PL
(11,3 millions NE)



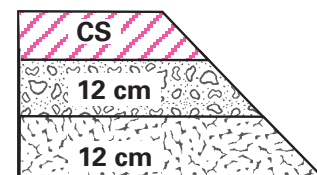
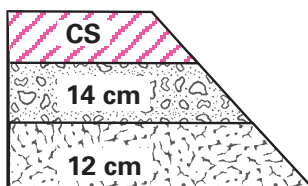
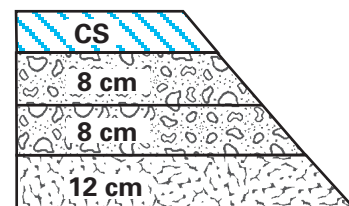
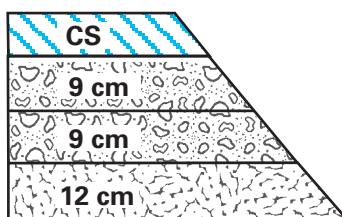
6 millions PL
(4,5 millions NE)



3 millions PL
(2,2 millions NE)

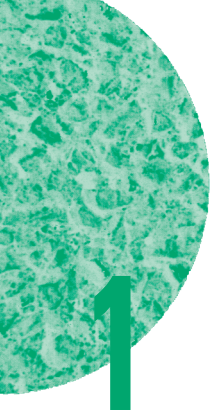


1 million PL
(0,7 million NE)



NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Page laissée blanche intentionnellement

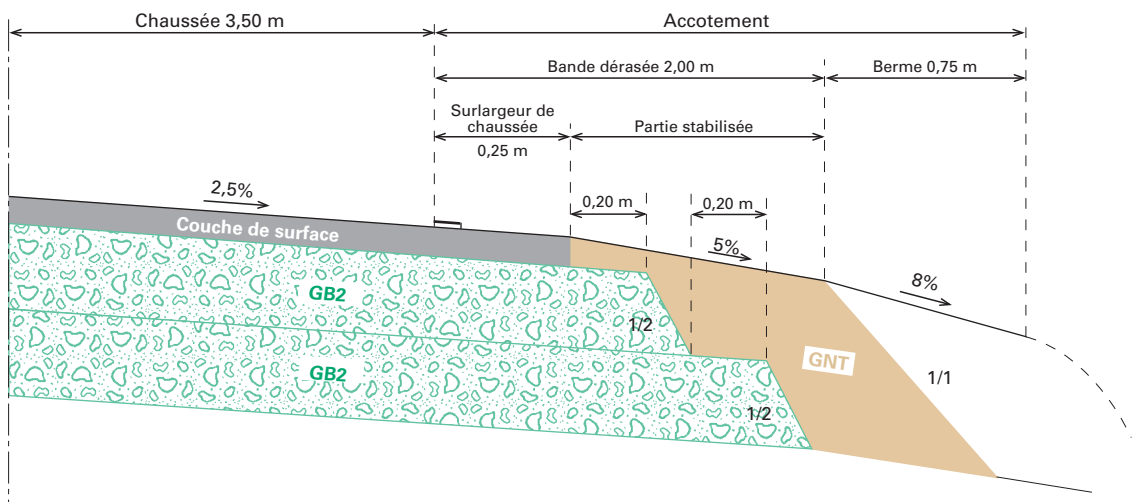


Structure :

- Couche de base : Grave-bitume de classe 2 (GB2)
- Couche de fondation : Grave-bitume de classe 2 (GB2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

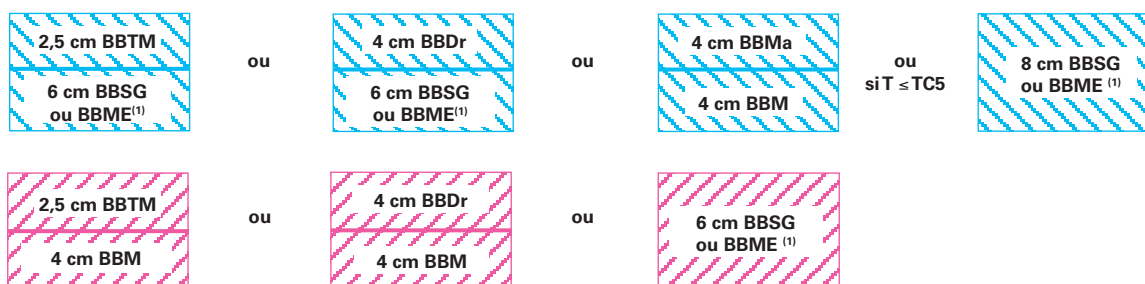
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

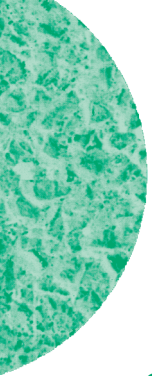


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	GB2	
	0/14	0/20
mini (cm)	8	10
maxi (cm)	12	15

Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



TC8₂₀

43,5 millions PL
(21 millions NE)

TC7₂₀

17,5 millions PL
(8,6 millions NE)

TC6₂₀

6,5 millions PL
(3,2 millions NE)

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,3 million NE)

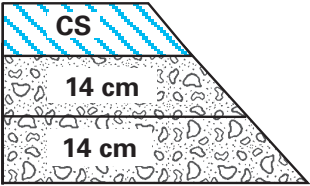
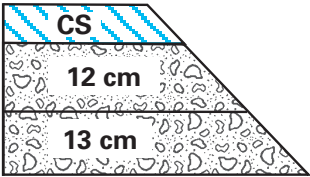
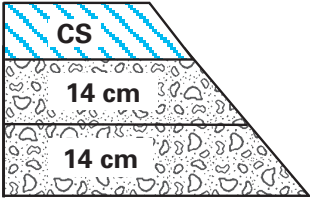
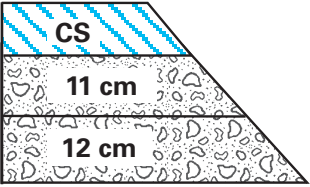
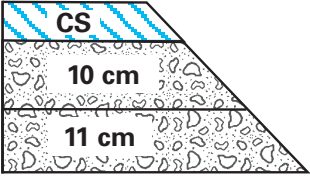
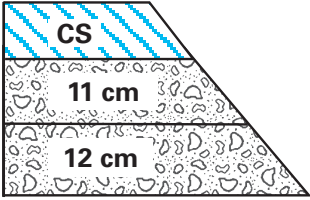
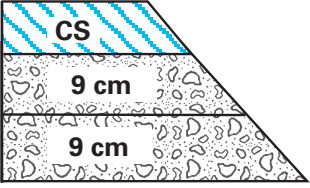
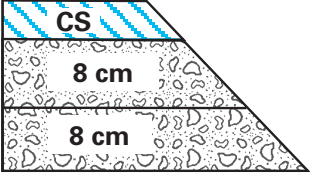
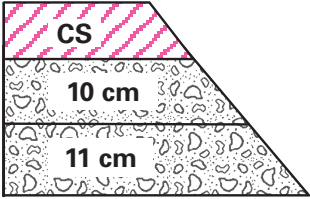
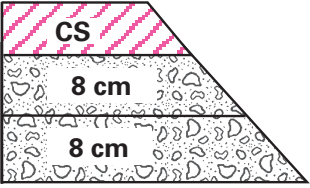
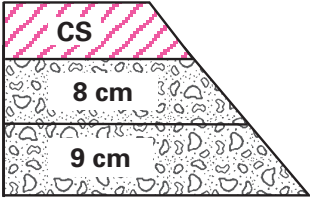
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,6 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,2 million NE)

TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

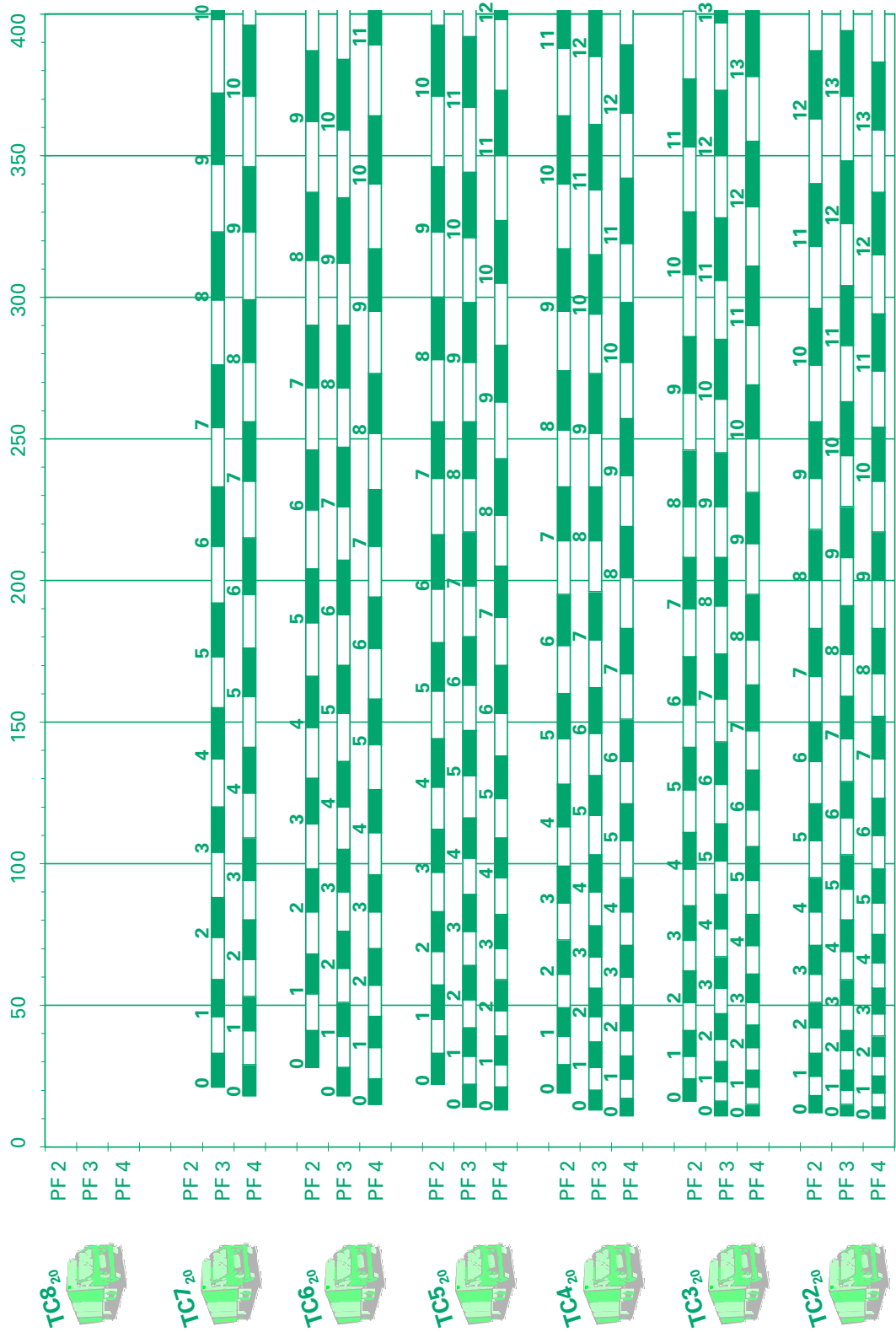
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5

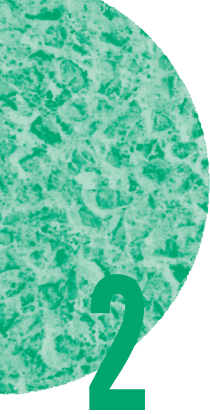
Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible I_A de la chaussée



IA (°Cjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



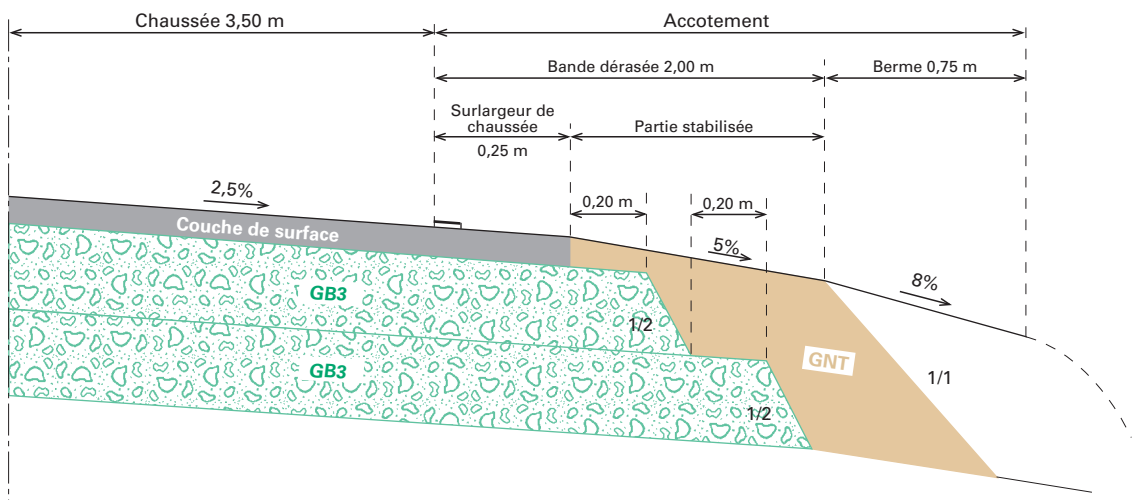


Structure :

- Couche de base : Grave-bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave-bitume de classe 3 (GB3)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

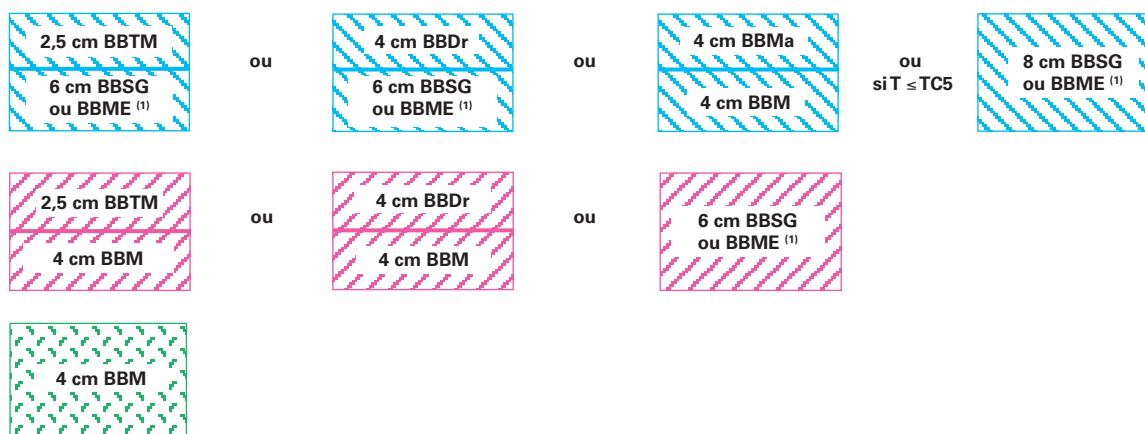
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

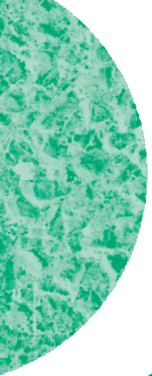


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

		GB3	
		0/14	0/20
mini (cm)		8	10
maxi (cm)		12	15

Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



TC8₂₀

43,5 millions PL
(21 millions NE)

TC7₂₀

17,5 millions PL
(8,6 millions NE)

TC6₂₀

6,5 millions PL
(3,2 millions NE)

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,3 million NE)

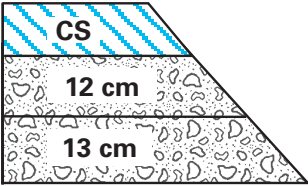
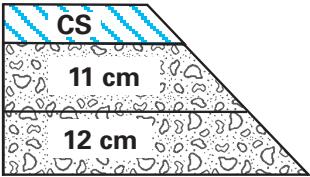
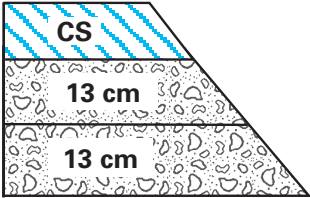
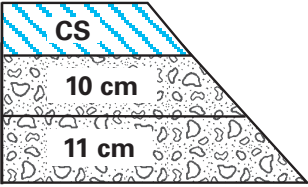
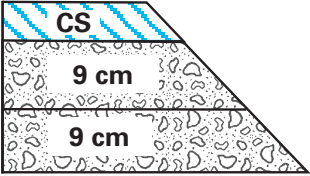
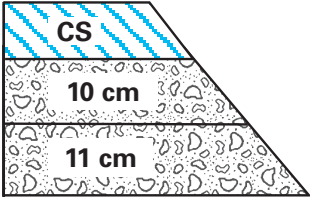
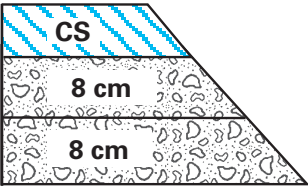
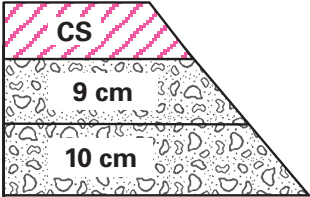
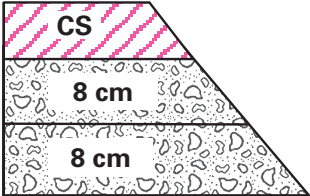
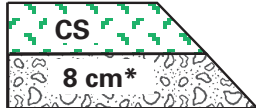
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,6 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,2 million NE)

TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

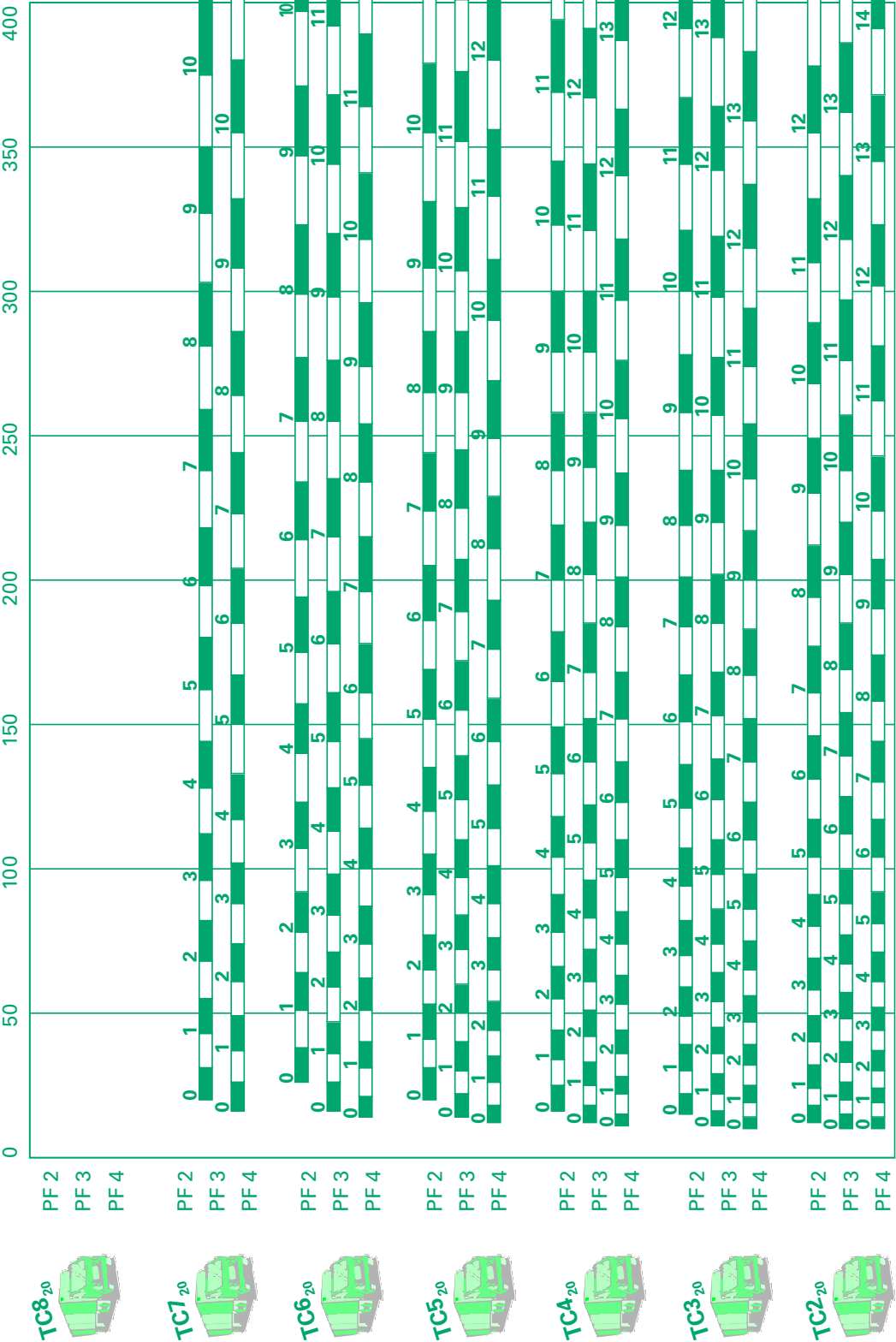
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

IA (°Cxjours)

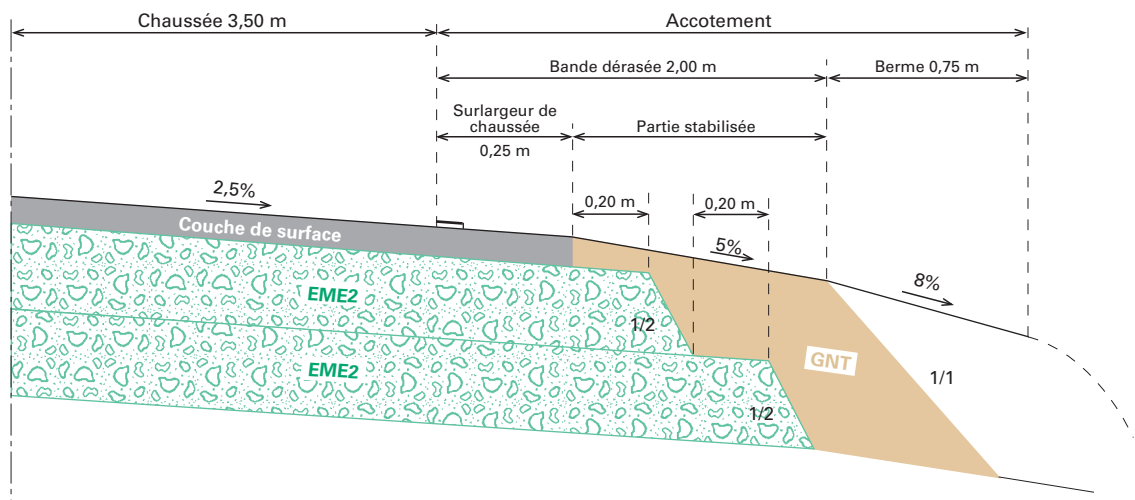
Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



- Couche de base : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)
Couche de fondation : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

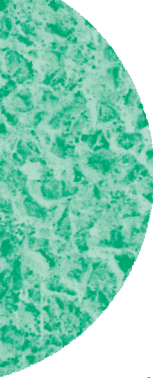


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

		EME2		
		0/10	0/14	0/20
mini (cm)		6	7	10
maxi (cm)		10	12	13

Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



Fiche

- 

TC8₂₀

43,5 millions PL
(21 millions NE)
- 

TC7₂₀

17,5 millions PL
(8,6 millions NE)
- 

TC6₂₀

6,5 millions PL
(3,2 millions NE)
- 

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,3 million NE)
- 

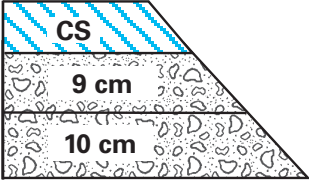
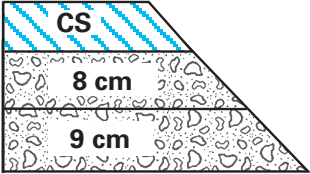
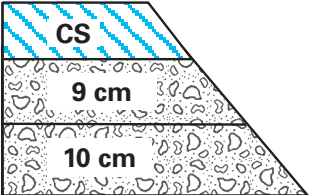
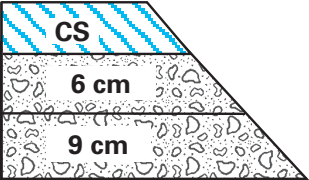
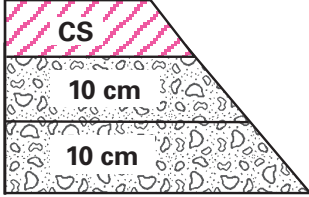
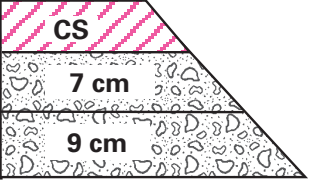
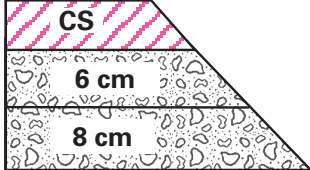
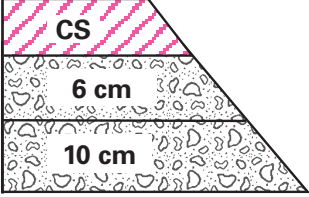
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,6 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,2 million NE)
- 

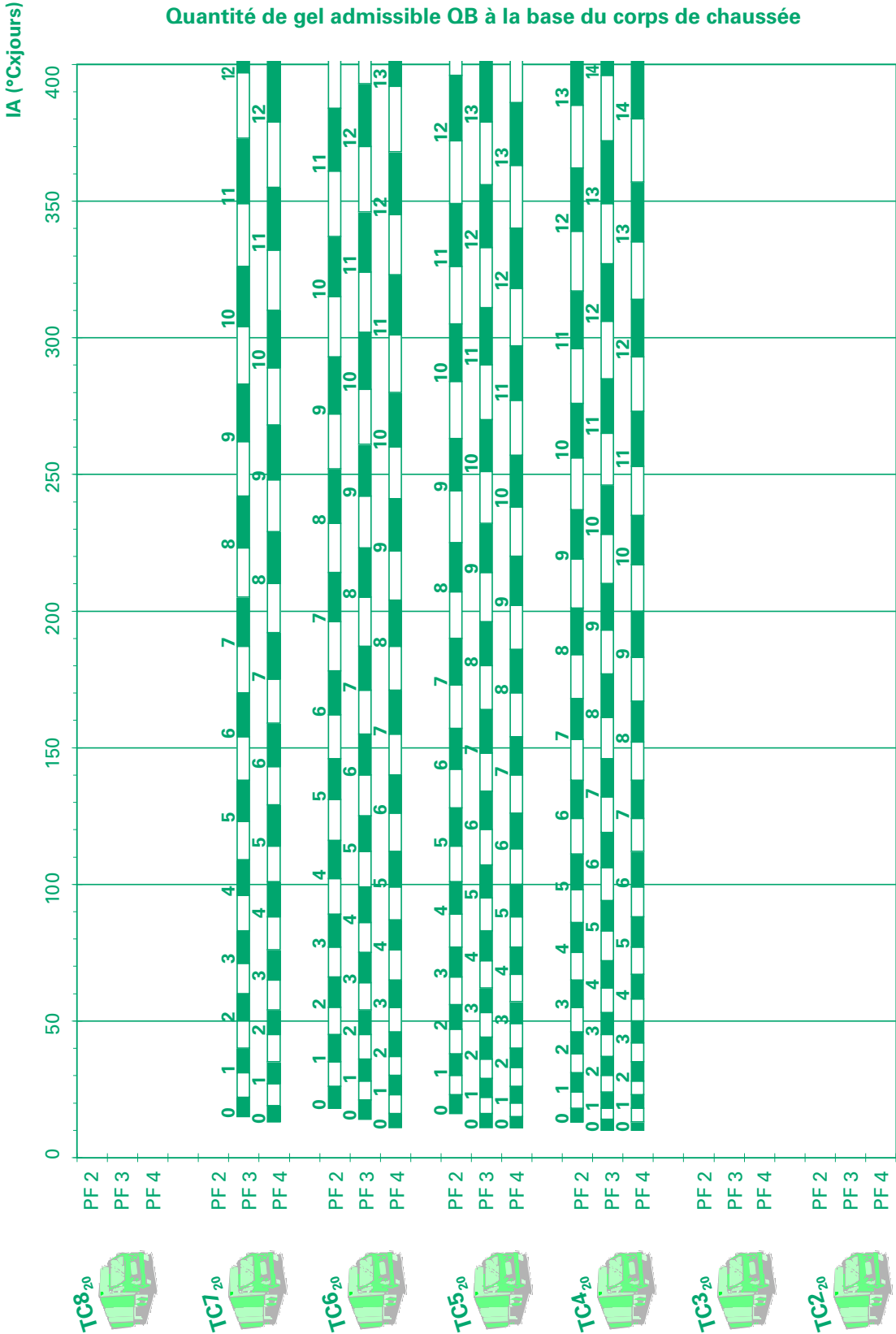
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

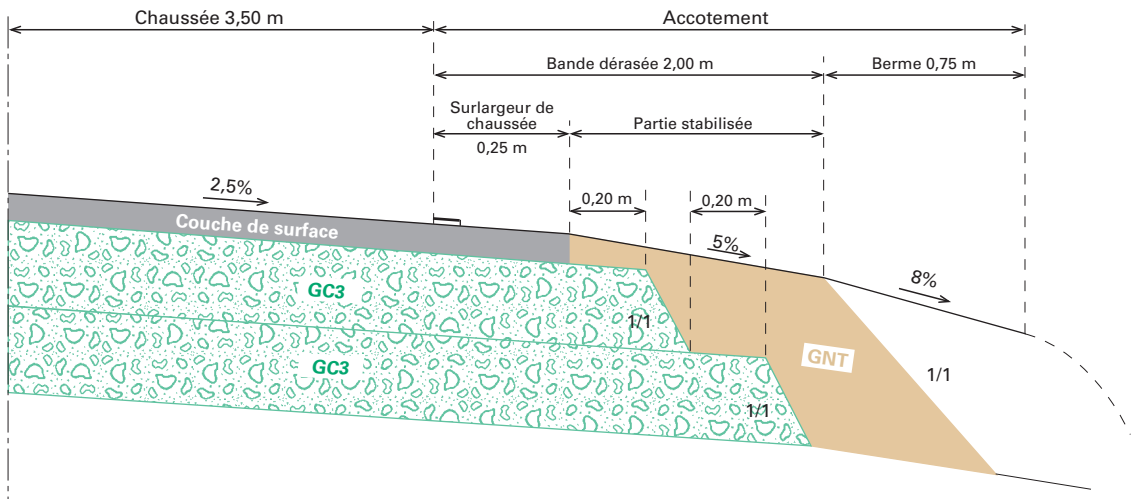


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- Couche de fondation : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- * ou liant routier (GLR) ou cendres hydrauliques (GCH).

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 4 cm BBM
			ou
			8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	ou
			6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾

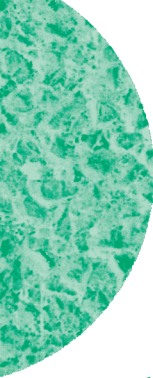
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : GC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



Fiche

- 

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)
- 

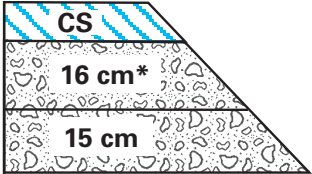
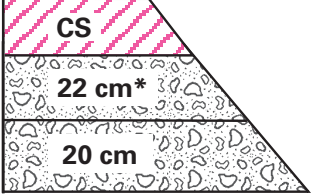
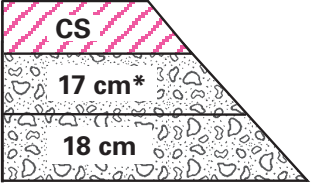
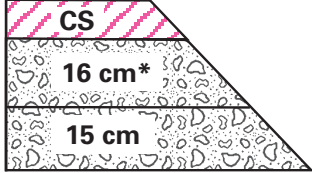
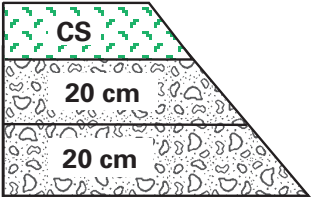
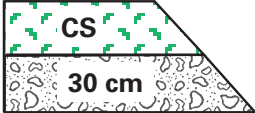
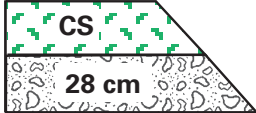
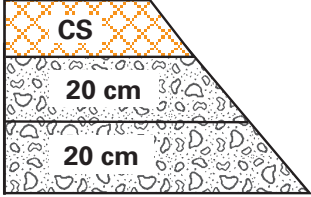
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

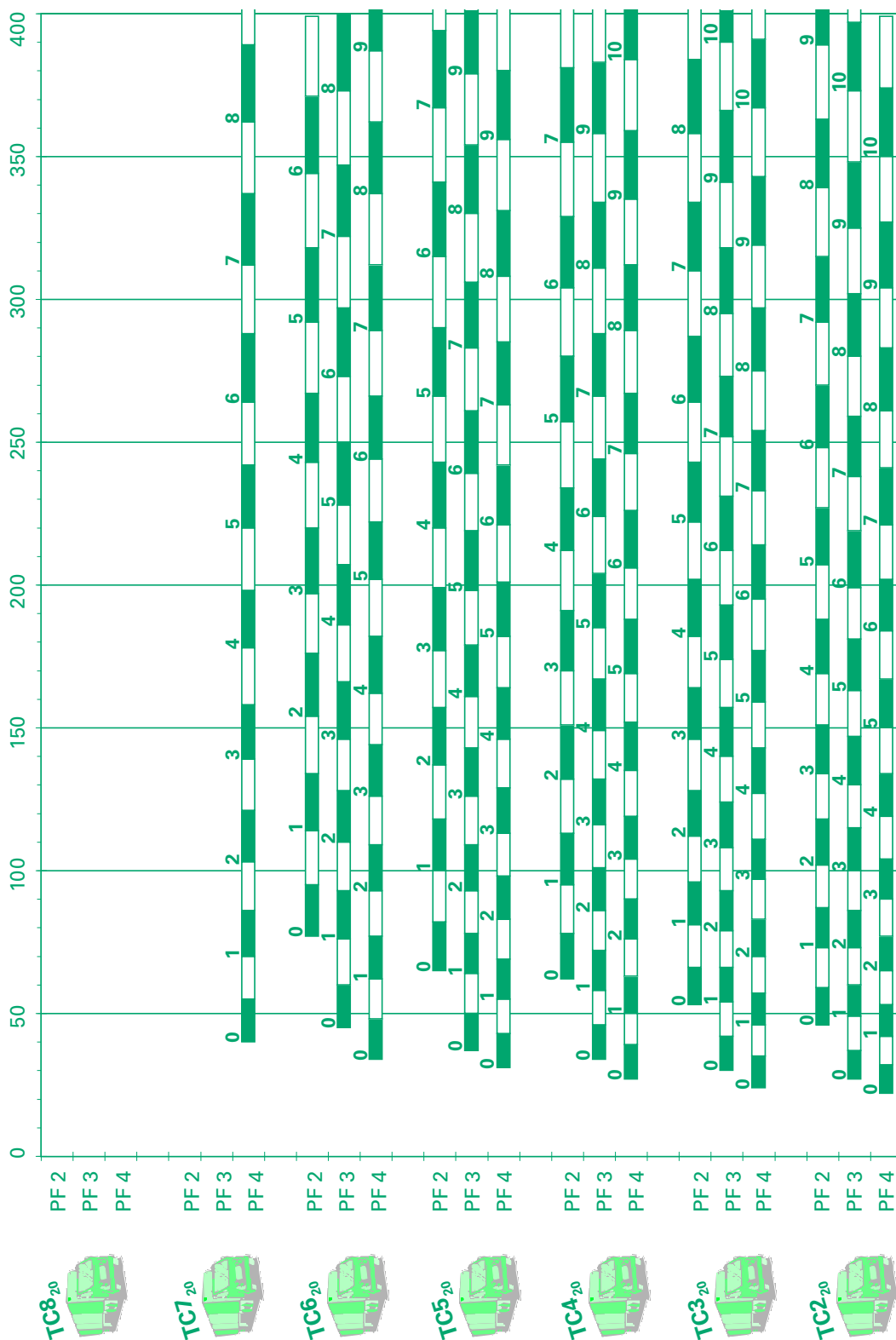
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

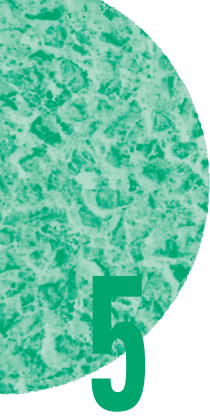
Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjourns)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



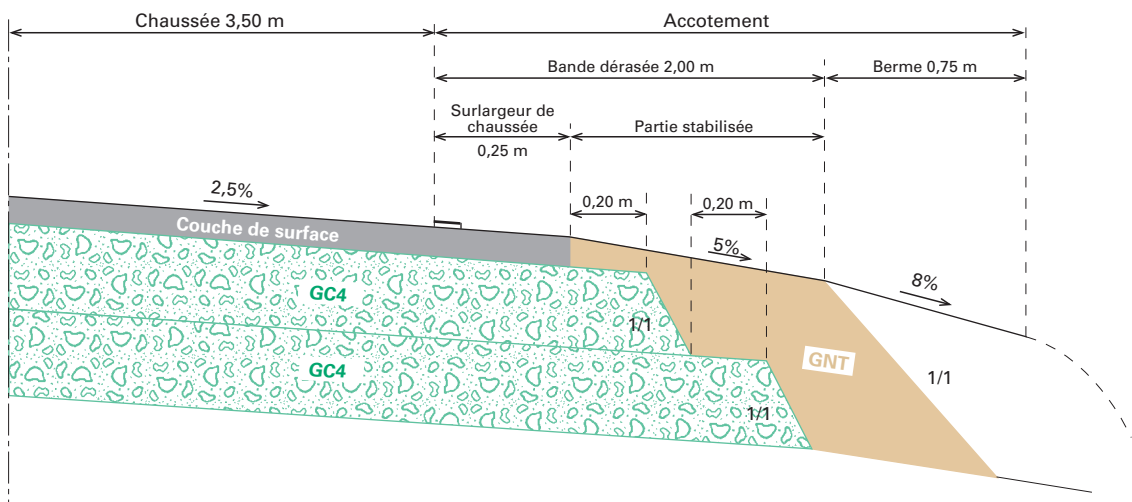


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment de classe 4 (GC4)
- Couche de fondation : Grave - ciment de classe 4 (GC4)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	
2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou	4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾	ou
			4 cm BBMa 4 cm BBM
			ou
			8 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾
2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	4 cm BBDr 4 cm BBM	ou
			6 cm BBSG ou BBME ⁽¹⁾

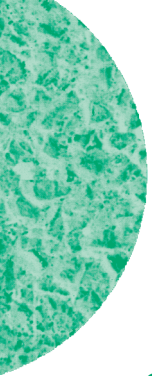
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : GC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

La préfissuration de la grave - ciment de classe 4 en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre).

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



- 

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)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			CS 16 cm* 15 cm
	CS 19 cm* 20 cm	CS 17 cm* 18 cm	CS 15 cm* 15 cm
	CS 18 cm* 20 cm	CS 25 cm*	CS 23 cm*
	CS 17 cm* 20 cm	CS 25 cm*	CS 22 cm*
	CS 28 cm*	CS 23 cm*	CS 21 cm*
	CS 26 cm*	CS 22 cm*	CS 19 cm*

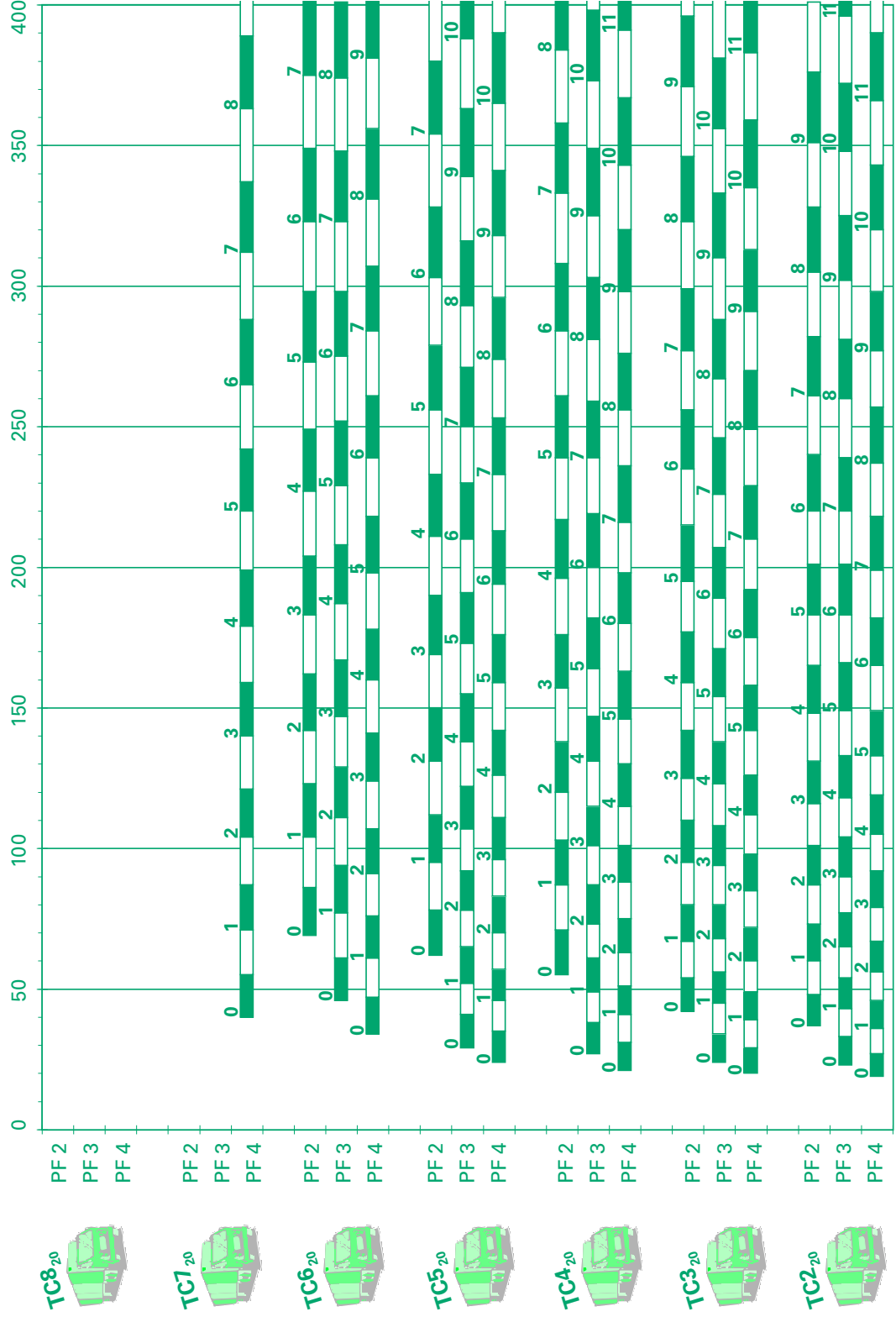
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Structure :

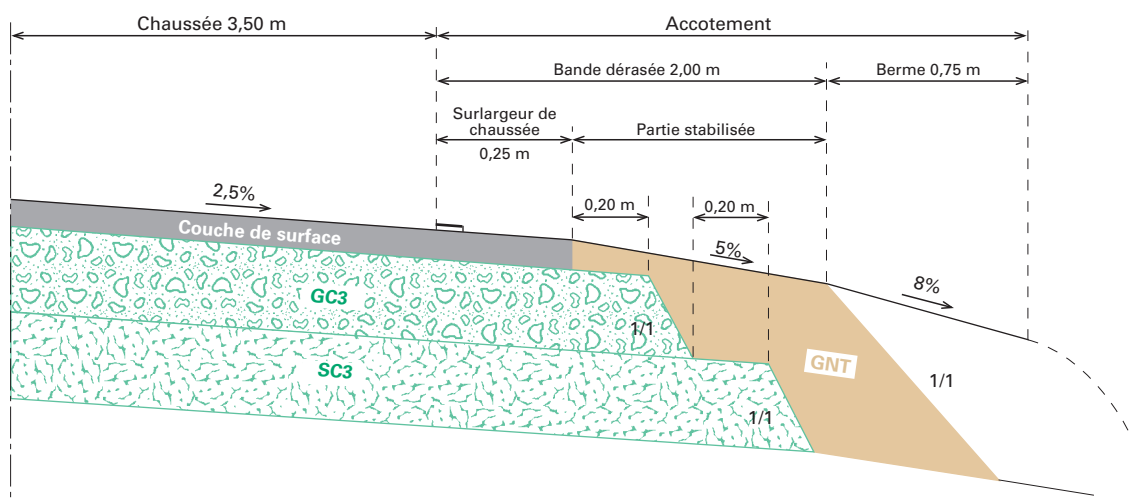
Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)

Couche de fondation : Sable - ciment de classe 3 (SC3)

* ou liant routier (GLR) ou cendres hydrauliques (GCH)

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

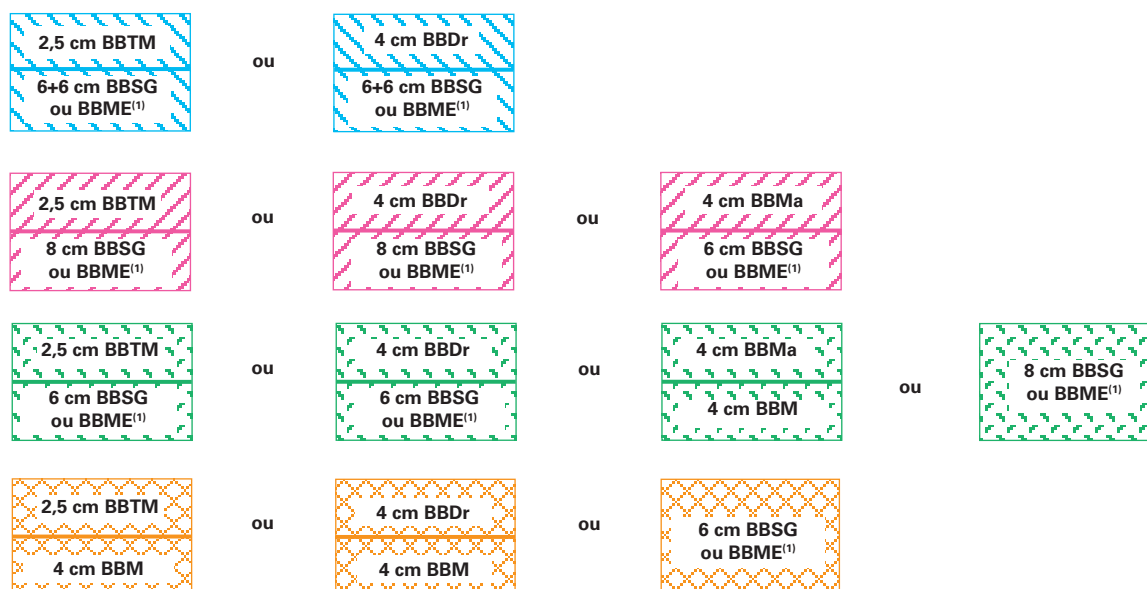
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



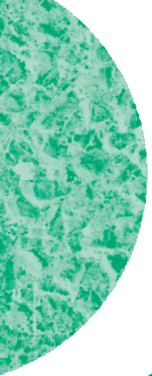
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : SC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

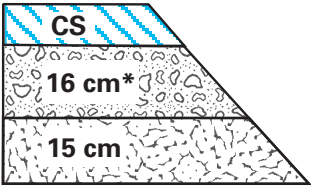
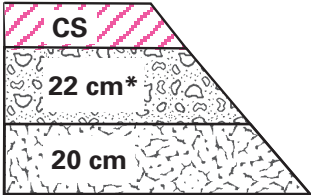
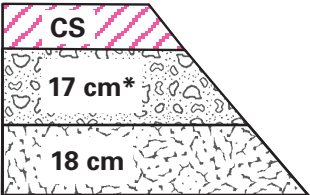
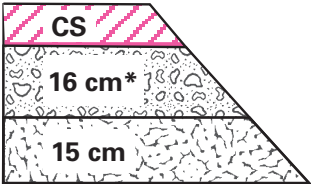
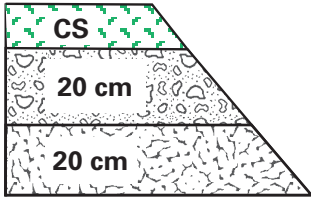
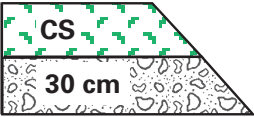
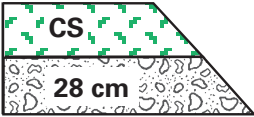
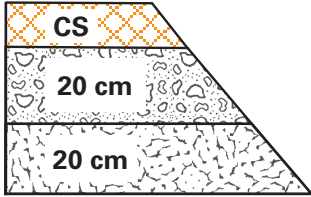
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

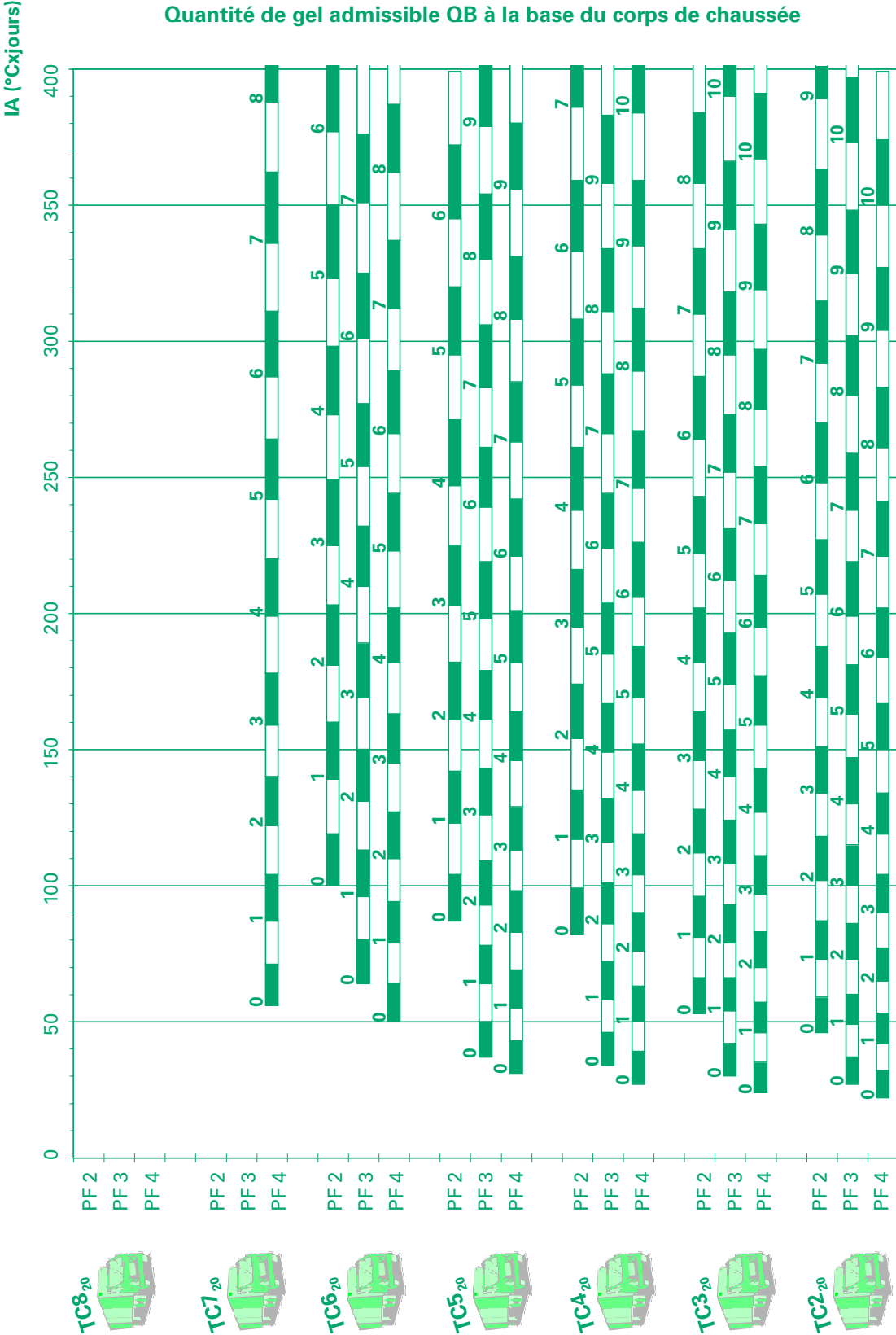
TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



7

Structure :

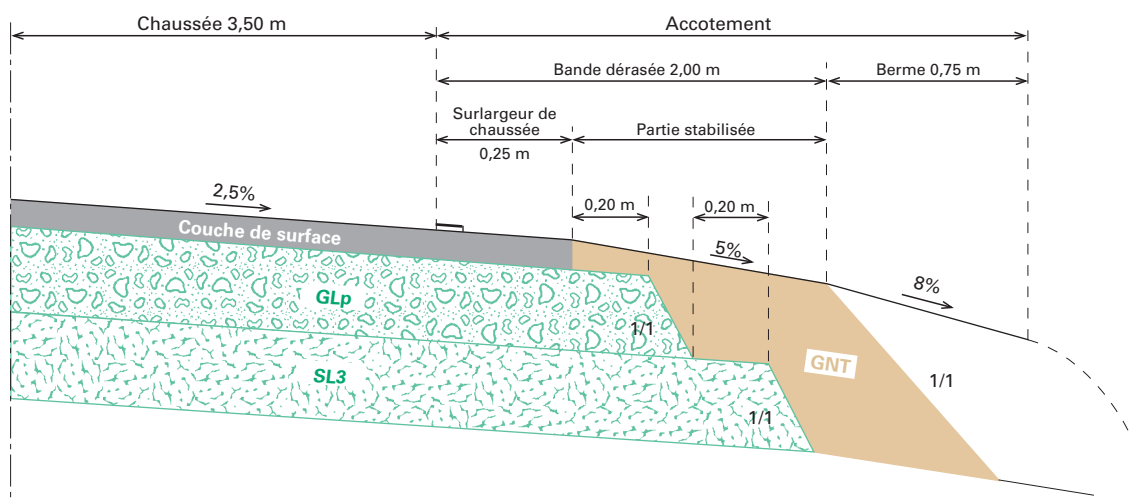
Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)

Couche de fondation : Sable - laitier de classe 3 (SL3)

* avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

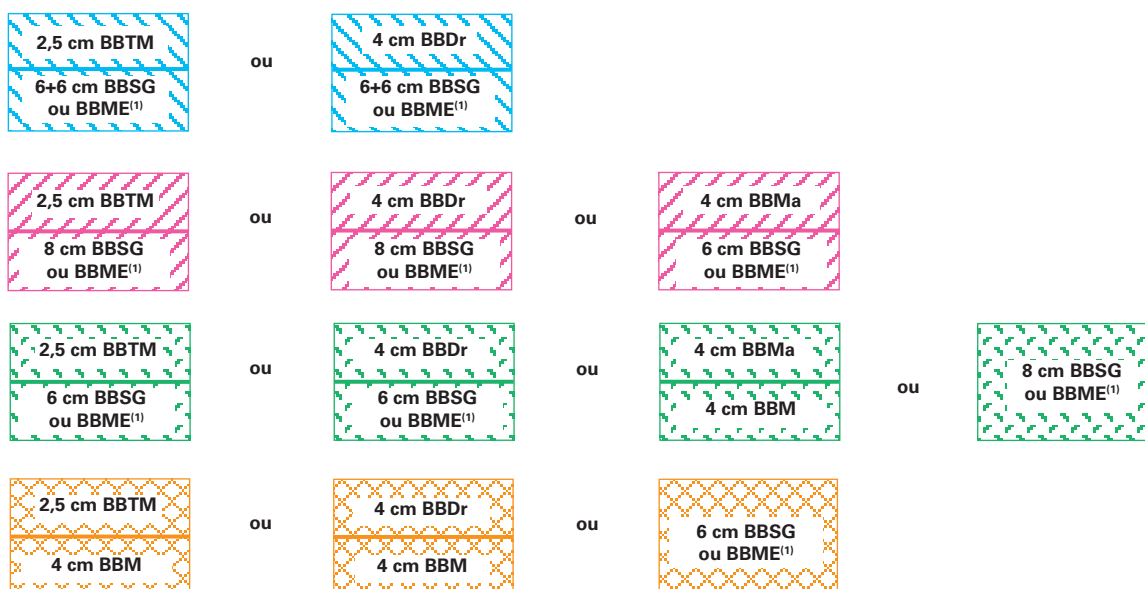
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



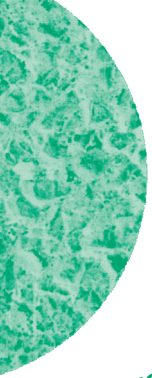
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLp	couche de fondation : SL		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

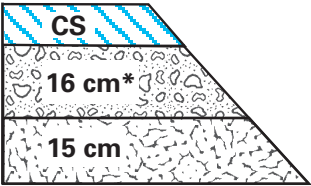
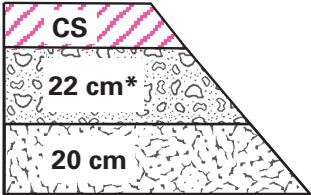
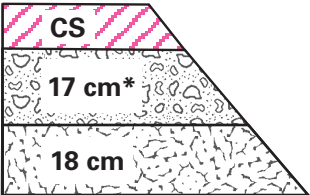
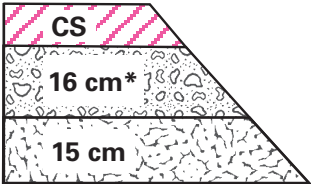
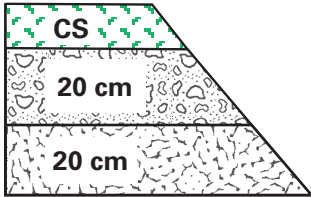
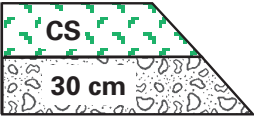
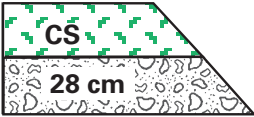
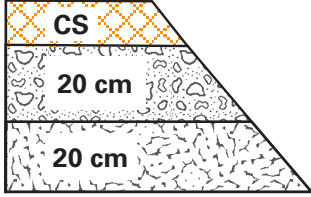
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

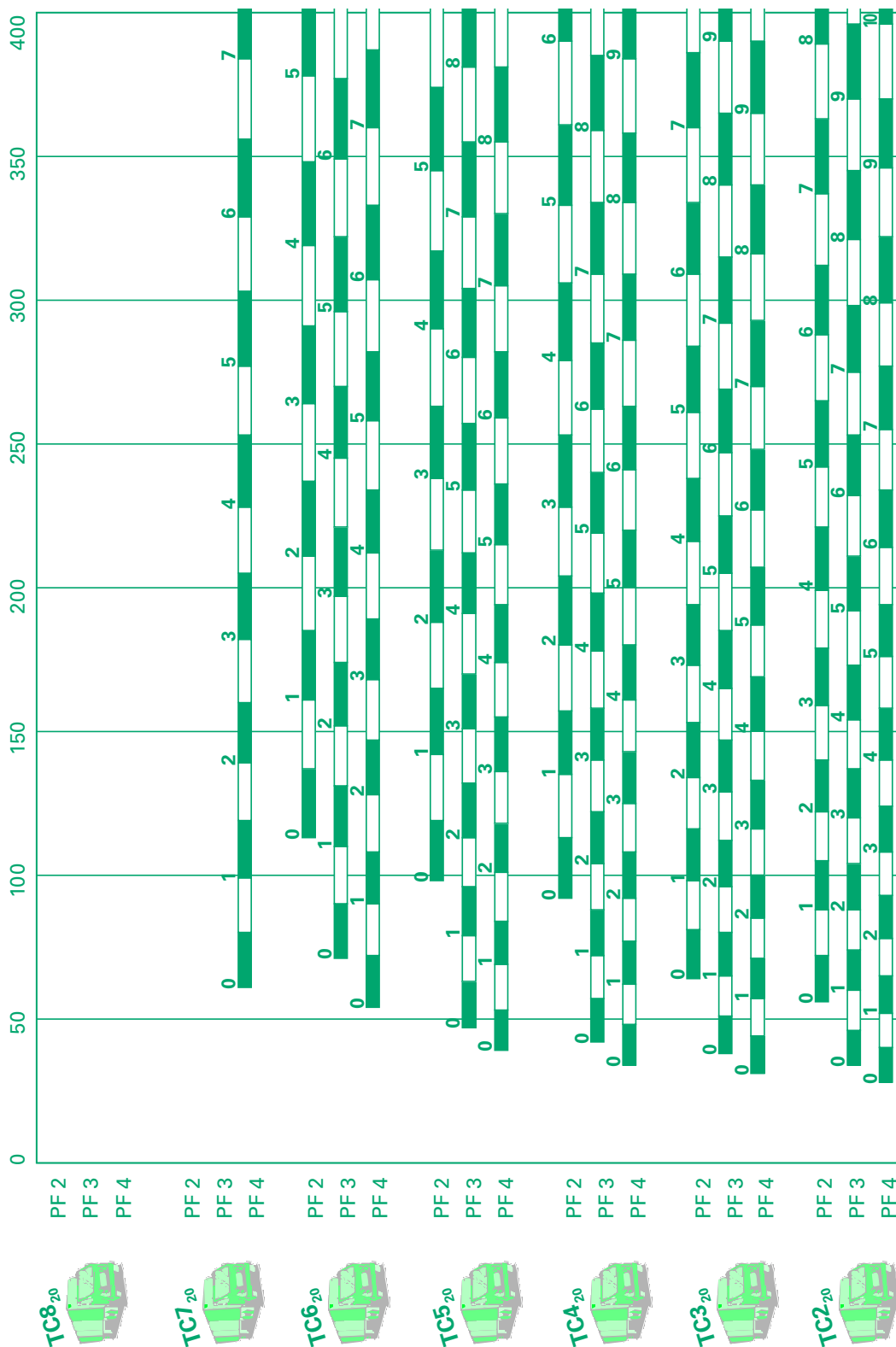
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjourns)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Structure :

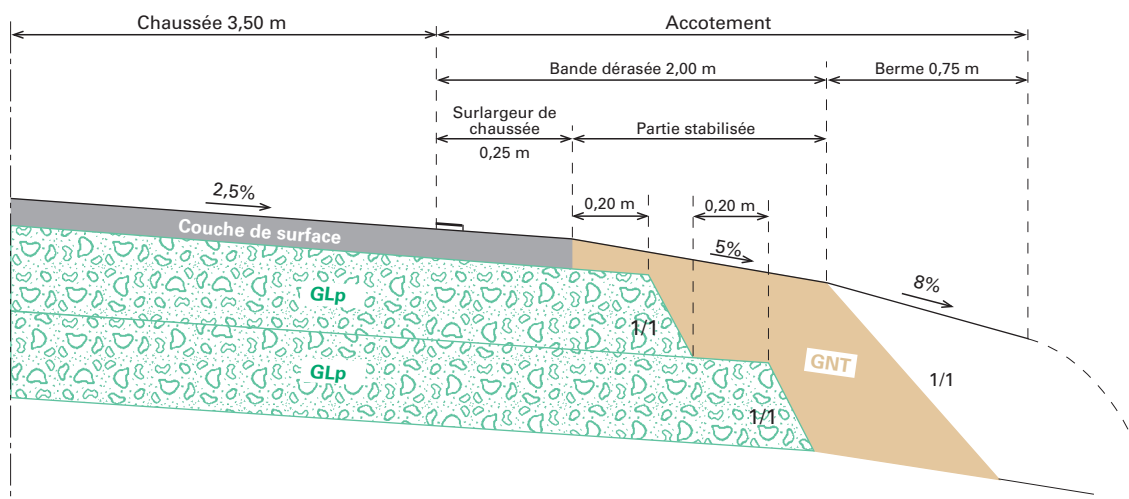
Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)

Couche de fondation : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)

* avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

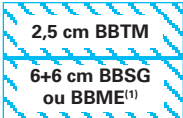
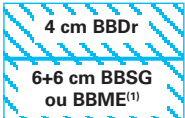
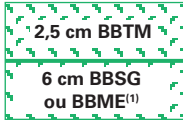
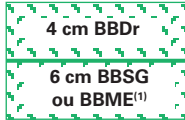
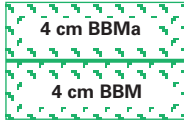
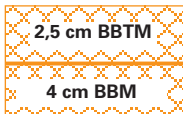
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

 2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾				
 2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾		
 2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 4 cm BBM	ou	 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾
 2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	 4 cm BBDr 4 cm BBM	ou	 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾		

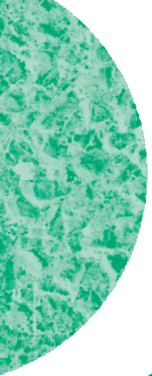
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLp	couche de fondation : GLp		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			CS 16 cm* 15 cm
	CS 21 cm* 20 cm	CS 17 cm* 18 cm	CS 16 cm* 15 cm
	CS 20 cm 20 cm	CS 29 cm	CS 27 cm
	CS 19 cm 20 cm	CS 28 cm	CS 26 cm
	CS 32 cm	CS 27 cm	CS 24 cm
	CS 30 cm	CS 25 cm	CS 22 cm

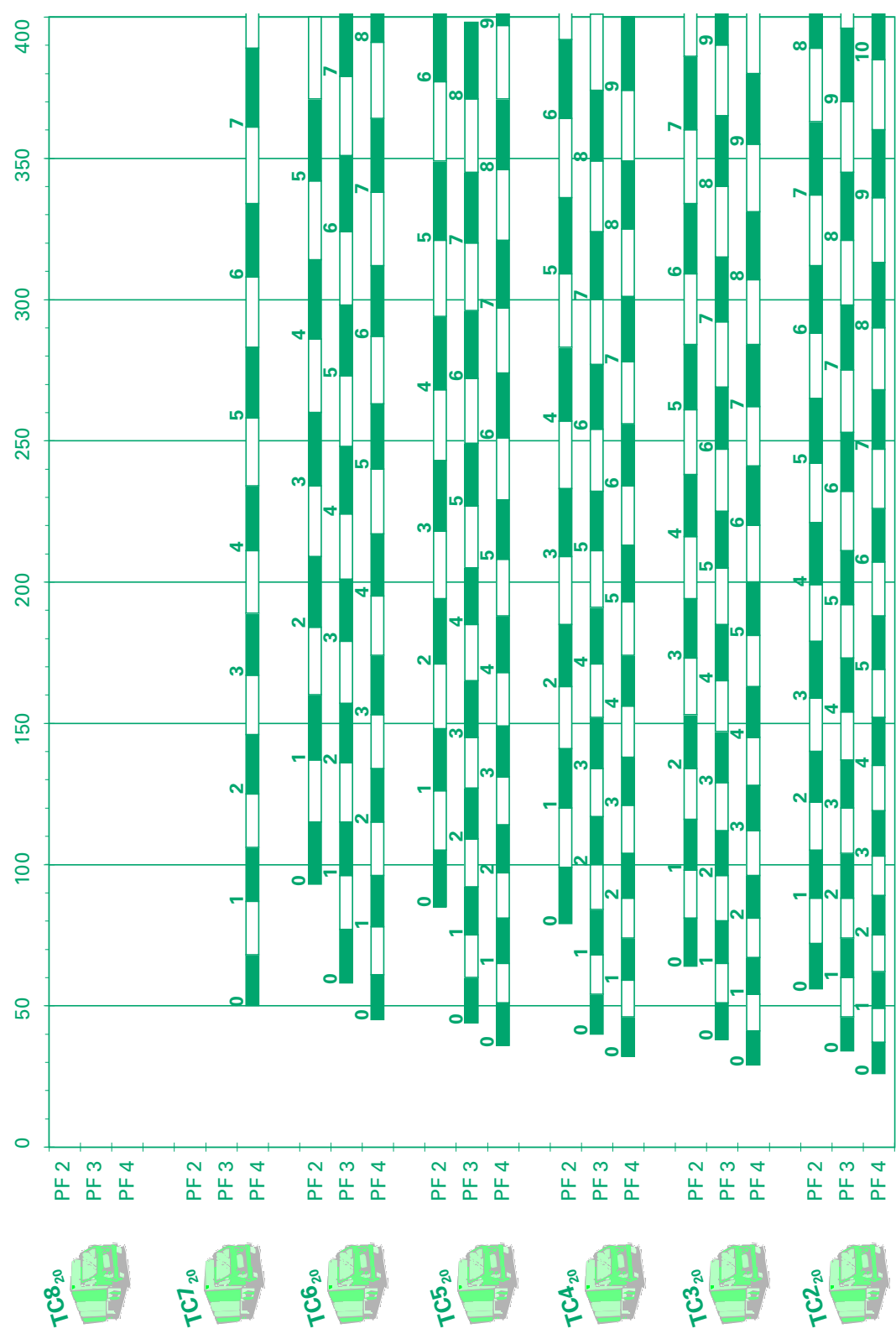
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Structure :

Couche de base : Grave - laitier granulé ou prébroyé* de classe 1 (GLg)

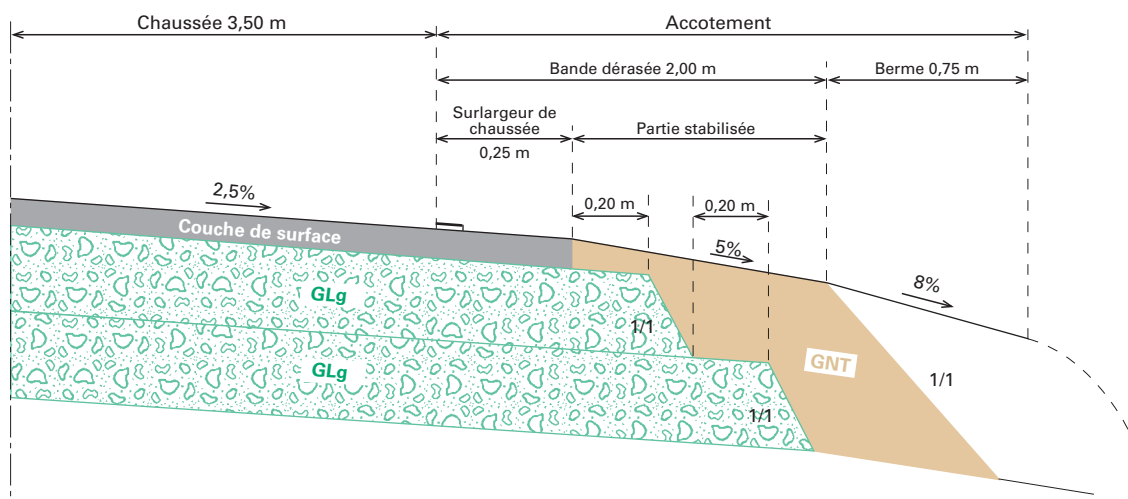
Couche de fondation : Grave - laitier granulé ou prébroyé* de classe 1 (GLg)

* avec activant chaux.

Ne pas utiliser cette structure lorsque le trafic journalier est supérieur à 2 000 PL/jour/sens

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

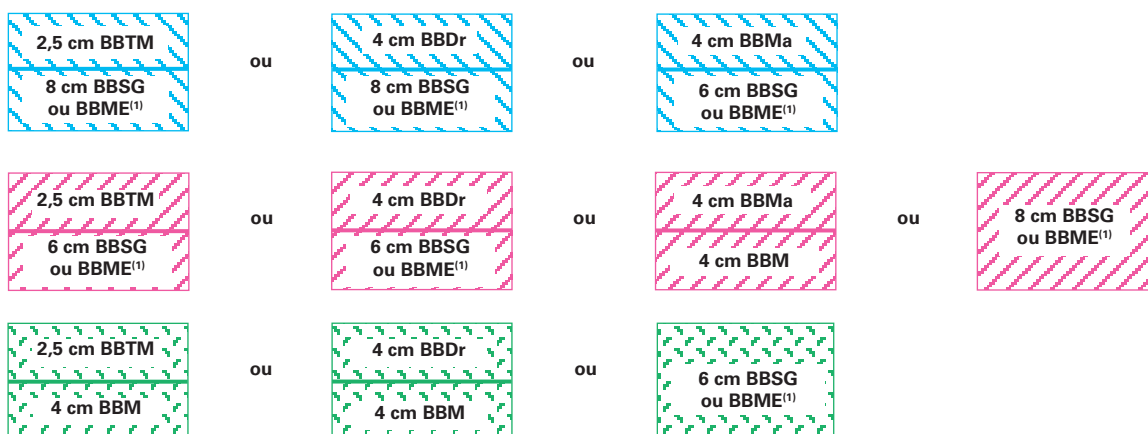
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



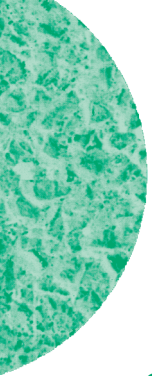
- Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLg 0/20	couche de fondation : GLg 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

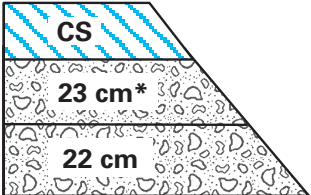
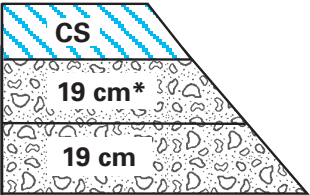
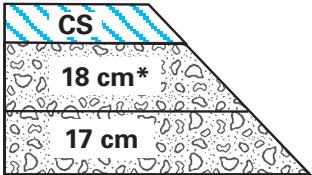
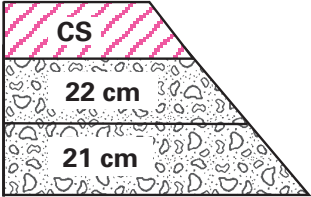
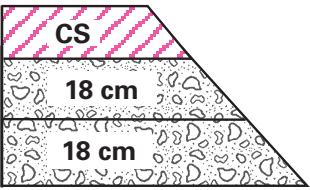
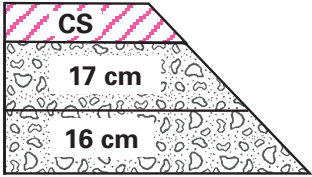
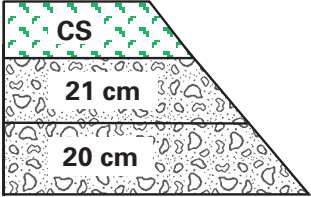
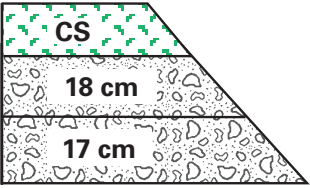
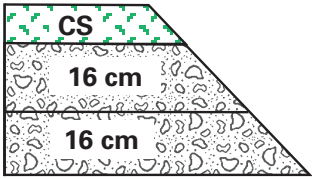
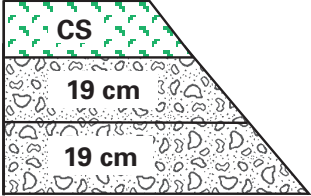
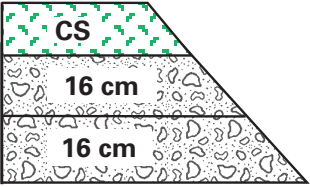
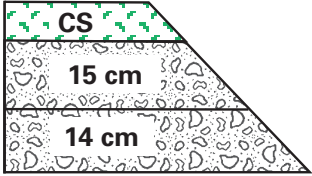
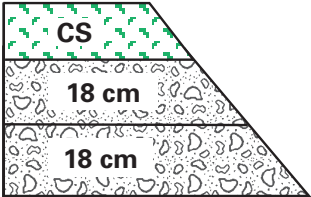
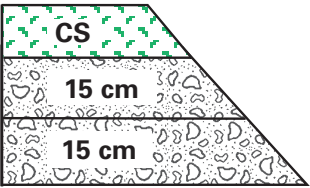
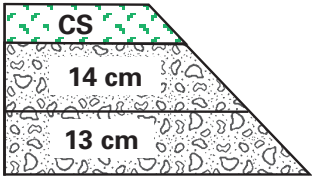
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

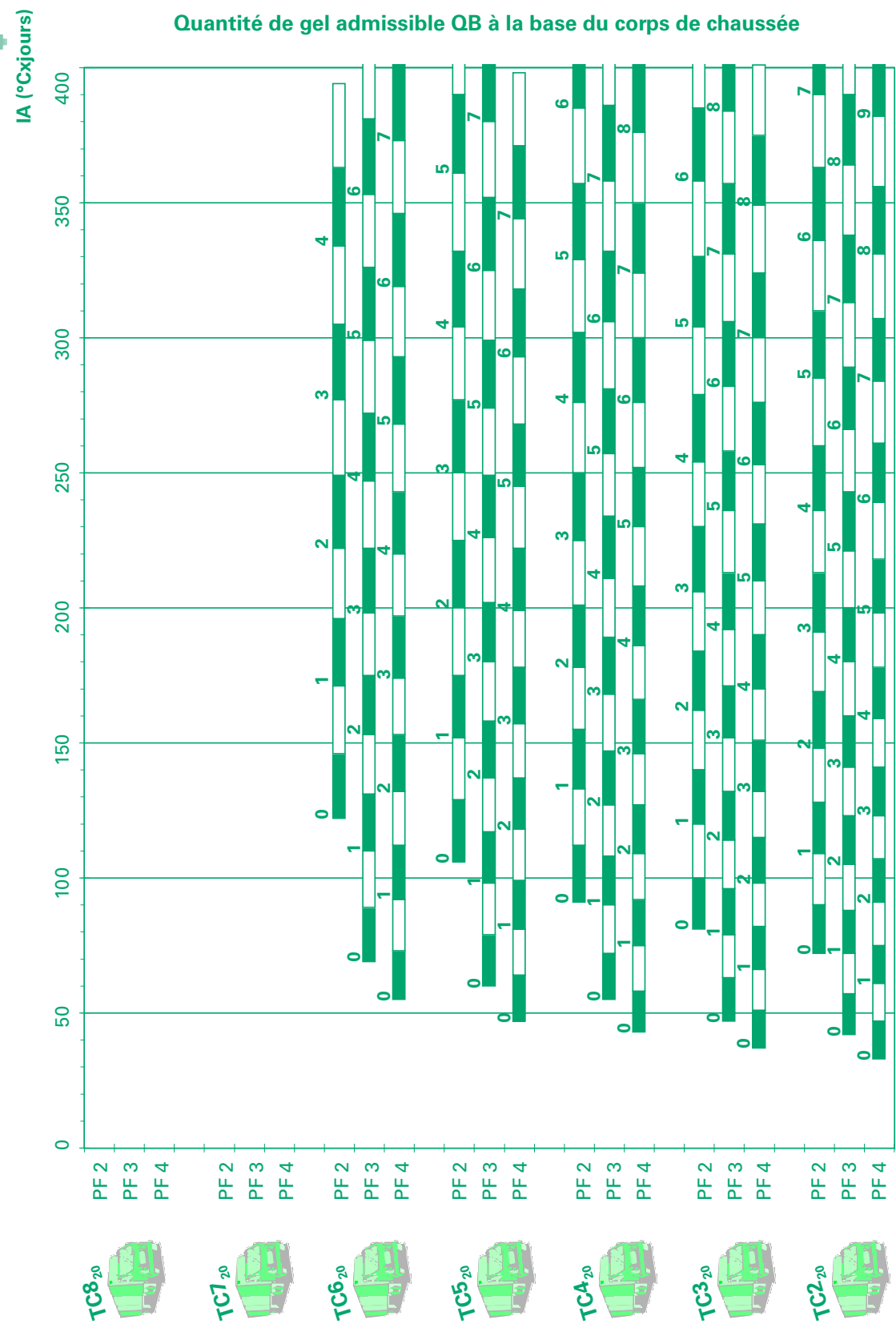
TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	
			
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

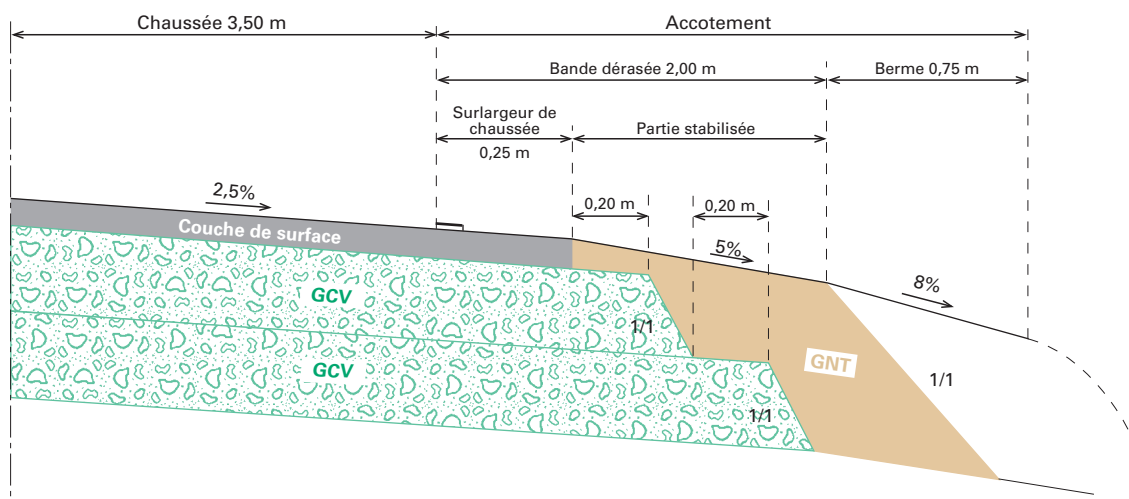


Structure :

- Couche de base : Grave - cendres volantes silico-alumineuses - chaux de classe 3 (GCV)
- Couche de fondation : Grave - cendres volantes silico-alumineuses - chaux de classe 3 (GCV)

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

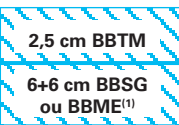
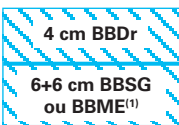
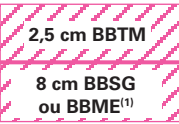
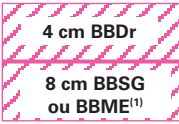
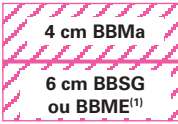
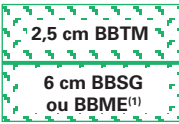
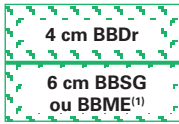
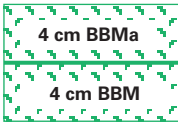
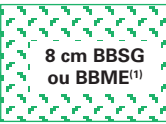
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

 2,5 cm BBTM 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6+6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾				
 2,5 cm BBTM 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾		
 2,5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBDr 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾	ou	 4 cm BBMa 4 cm BBM	ou	 8 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾
 2,5 cm BBTM 4 cm BBM	ou	 4 cm BBDr 4 cm BBM	ou	 6 cm BBSG ou BBME⁽¹⁾		

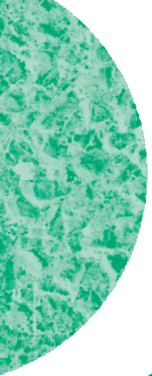
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GCV 0/20	couche de fondation : GCV 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

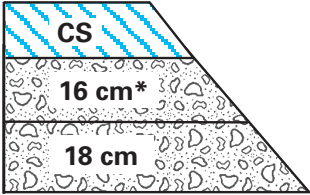
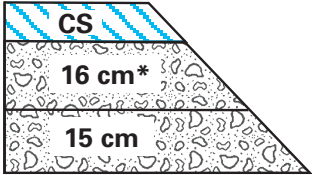
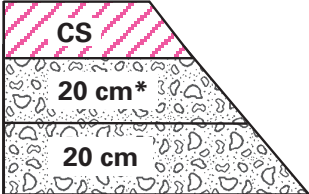
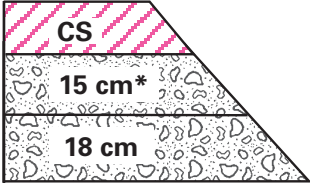
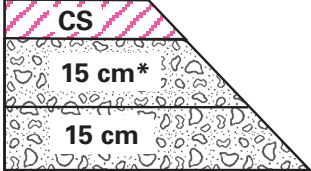
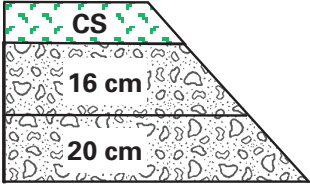
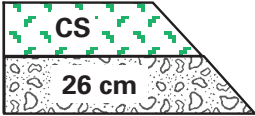
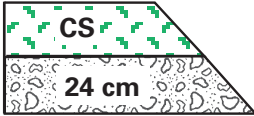
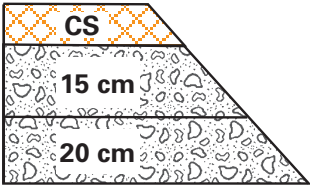
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			
			
			

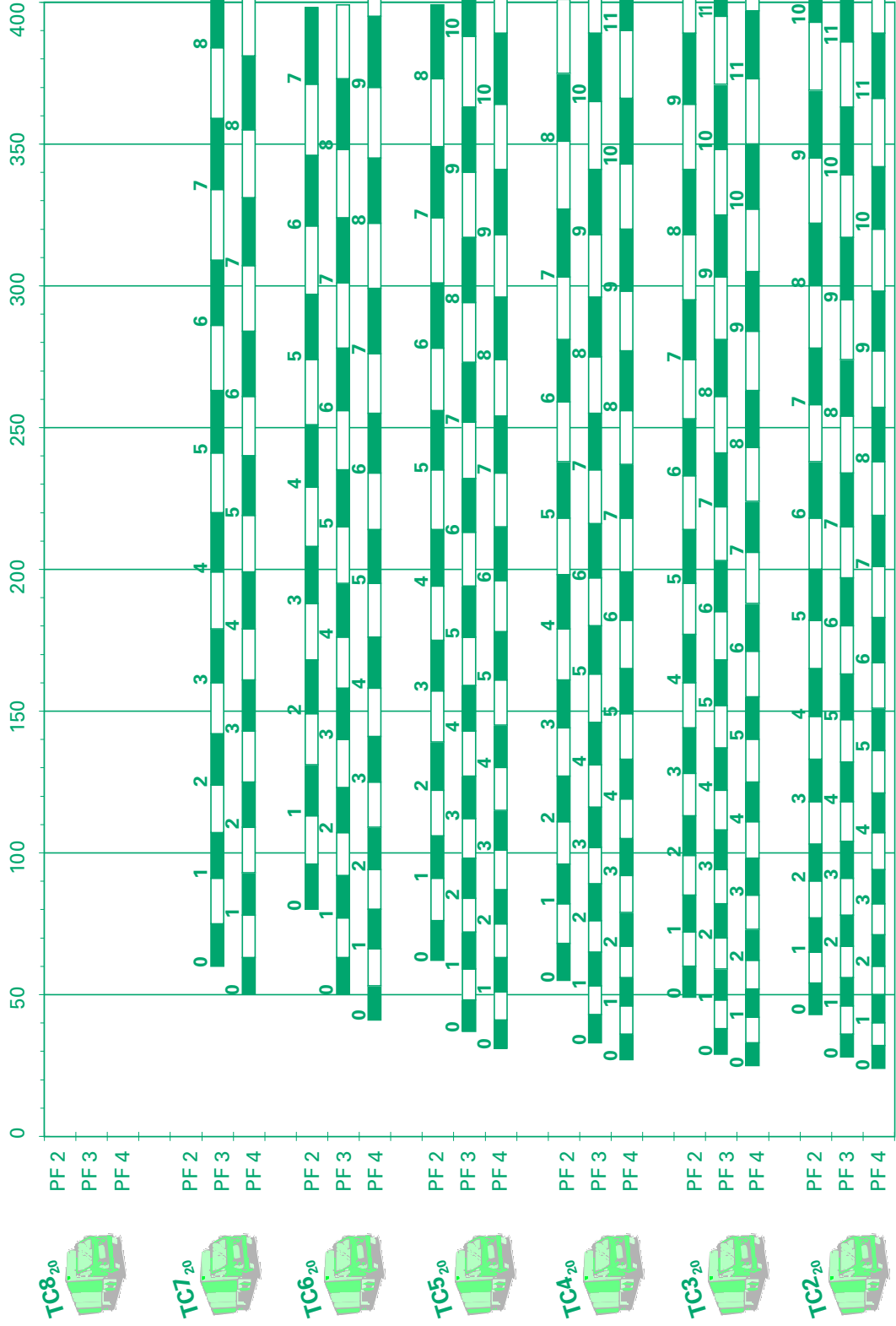
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Structure :

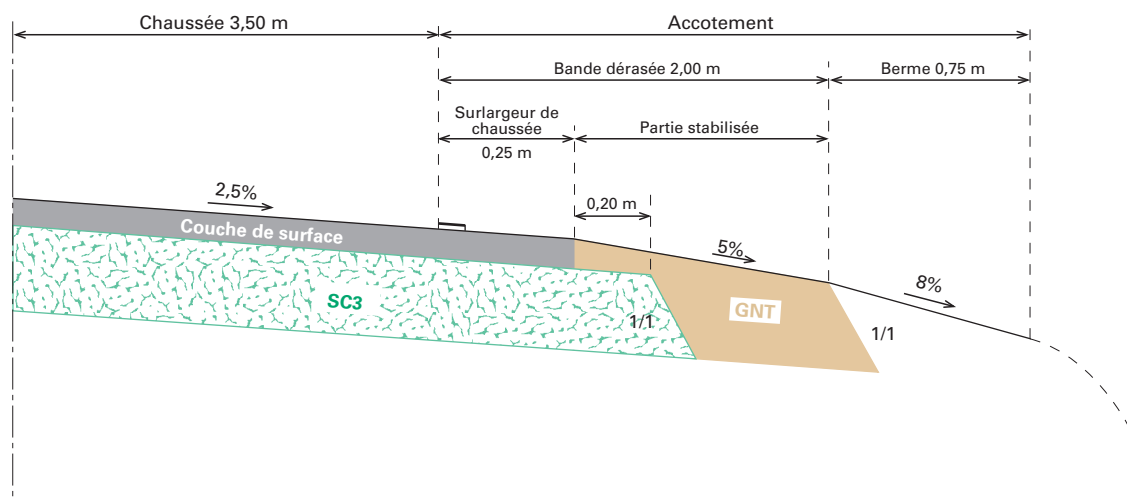
Monocouche :

Sable traité au ciment* de classe 3 (SC3)

* ou liant routier ou cendres hydrauliques

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

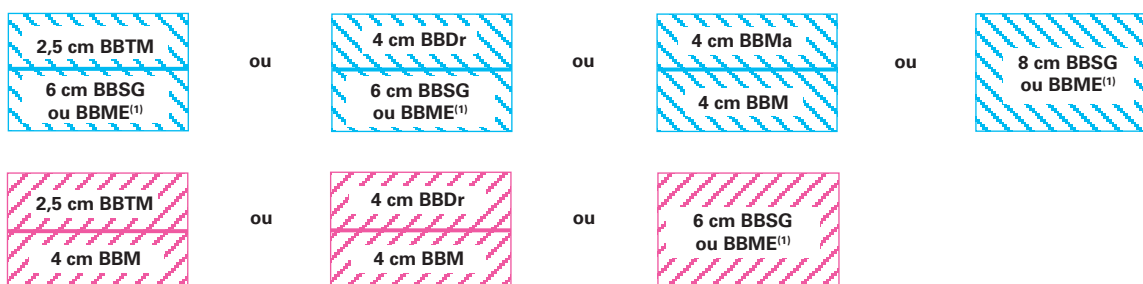
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-



- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	base - fondation : SC		
	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	18	20
maxi (cm)	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

La préfissuration du sable traité aux liants hydrauliques est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

PF 2

PF 3

PF 4

50 MPa

120 MPa

200 MPa

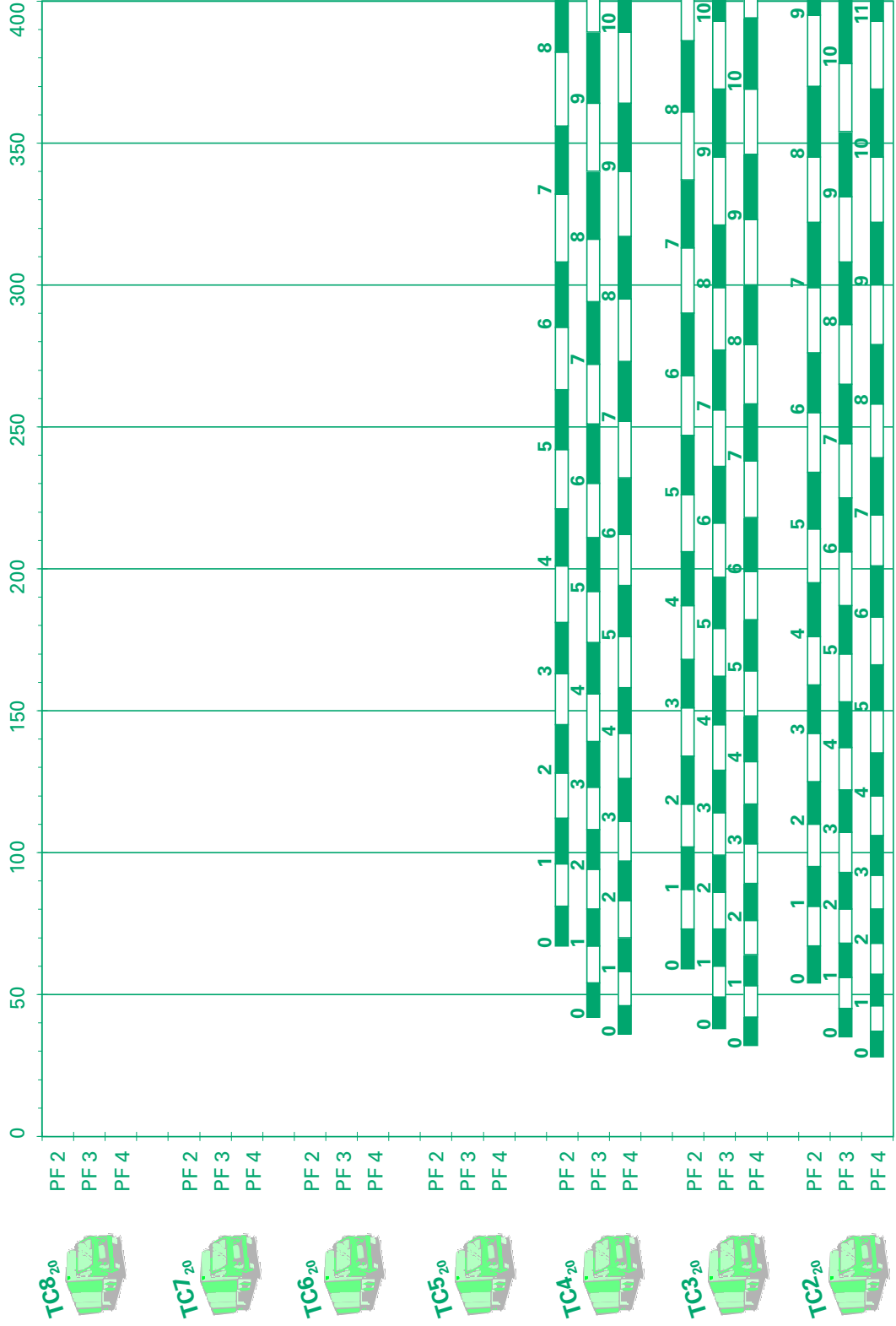


Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée



Structure :

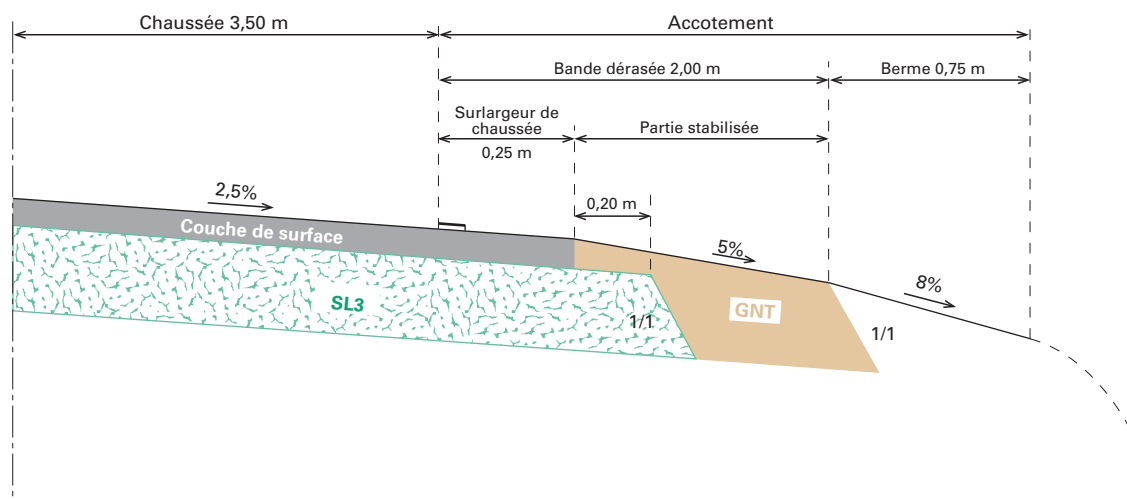
Monocouche :

Sable traité au laitier prébroyé* de classe 3 (SL3)

* activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

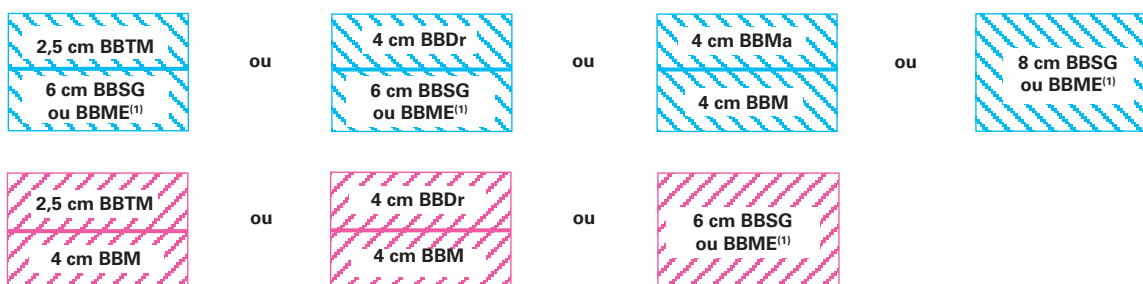
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	base - fondation : SC		
	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	18	20
maxi (cm)	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

La préfissuration du sable traité aux liants hydrauliques est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

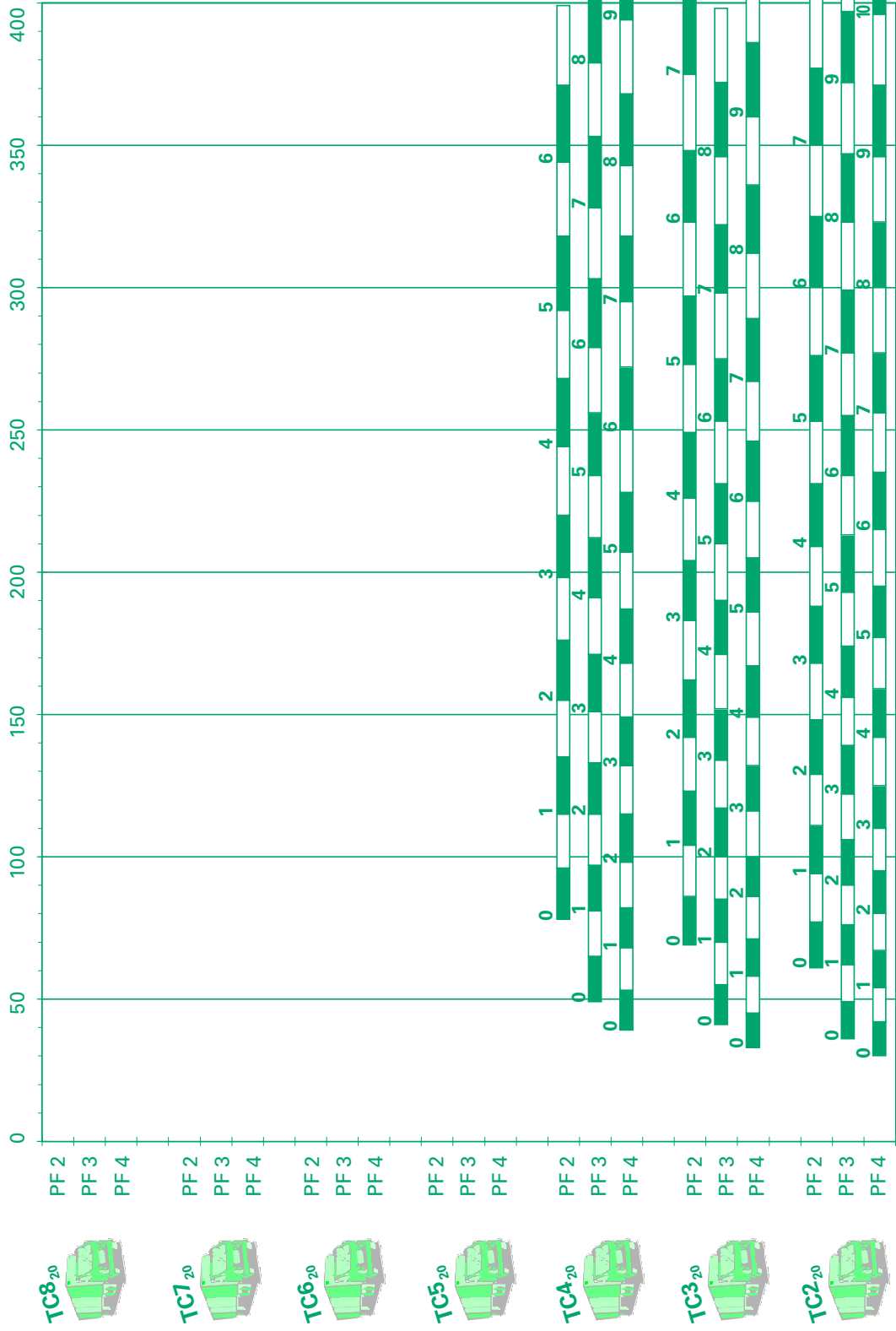
Fiche				VRNS		
				PF 2	PF 3	PF 4
				50 MPa	120 MPa	200 MPa
TC8₂₀ 43,5 millions PL (34 millions NE)						
TC7₂₀ 17,5 millions PL (13,8 millions NE)						
TC6₂₀ 6,5 millions PL (5,2 millions NE)						
TC5₂₀ 2,5 millions PL (2 millions NE)						
TC4₂₀ 1,5 million PL (1 million NE)	CS 31 cm			CS 26 cm	CS 23 cm	
TC3₂₀ 0,5 million PL (0,3 million NE)	CS 29 cm			CS 23 cm	CS 20 cm	
TC2₂₀	CS 28 cm			CS 22 cm	CS 20 cm	
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8						

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjours)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

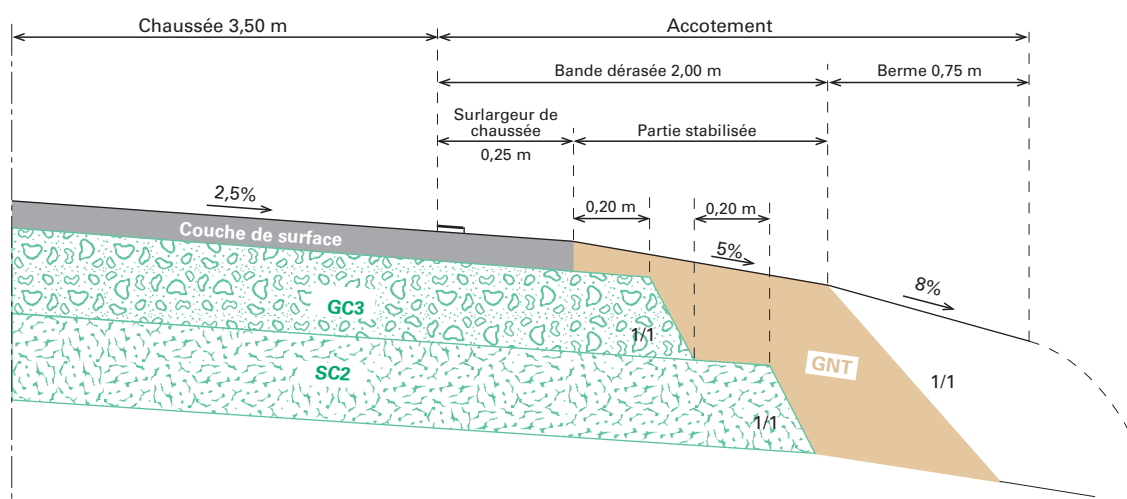


Structure :

- Couche de base : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)
- Couche de fondation : Sable - ciment de classe 2 (SC2)
- * ou liant routier ou cendres hydrauliques.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

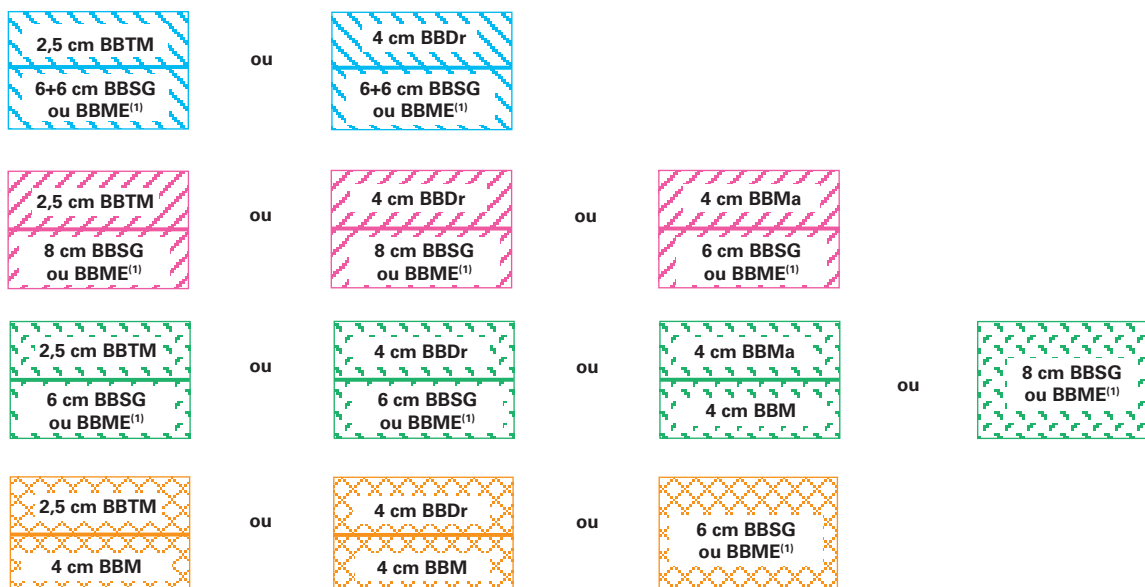
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



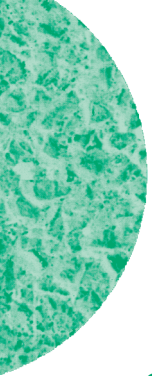
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : SC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.





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)



TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)



TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
		CS 18 cm* 19 cm	CS 15 cm* 18 cm
	CS 18 cm* 28 cm	CS 18 cm* 18 cm	CS 15 cm* 17 cm
	CS 18 cm 24 cm	CS 16 cm 18 cm	CS 15 cm 16 cm
	CS 18 cm 22 cm	CS 15 cm 18 cm	CS 15 cm 15 cm

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

IA (°Cxjourns)

Figure 1 displays a 12x4 grid of horizontal bar charts, showing the distribution of 1000 random numbers across 1000 iterations for four different PF methods (PF 2, PF 3, PF 4) under two conditions (0 and 1). The x-axis represents the number of iterations (0 to 400), and the y-axis represents the number of random numbers (0 to 1000). The bars are colored green and white, representing different states or values. The distribution is generally uniform across the iterations, with some variation in the number of green and white segments.

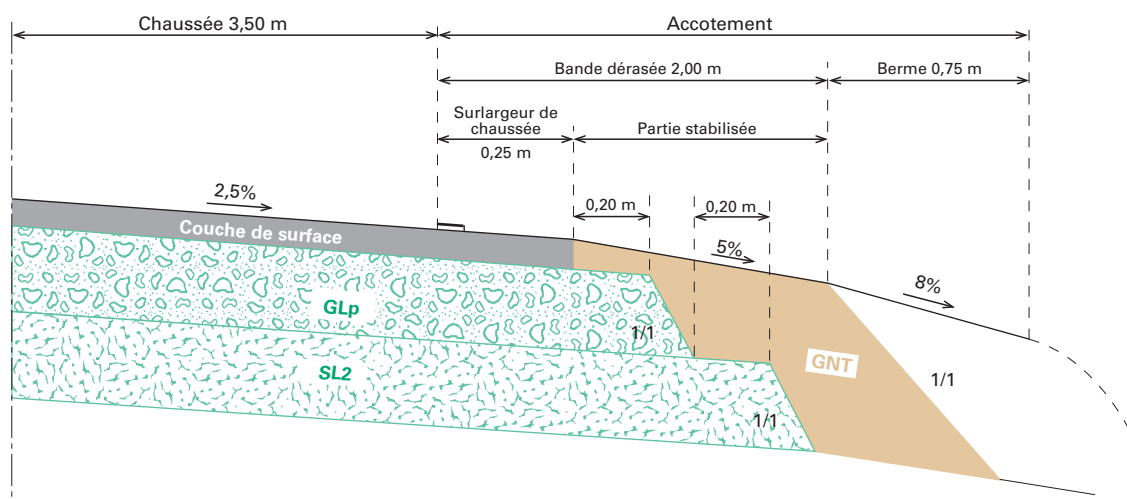


Structure :

- Couche de base : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)
- Couche de fondation : Sable - laitier prébroyé de classe 2 (SL2)
- * avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

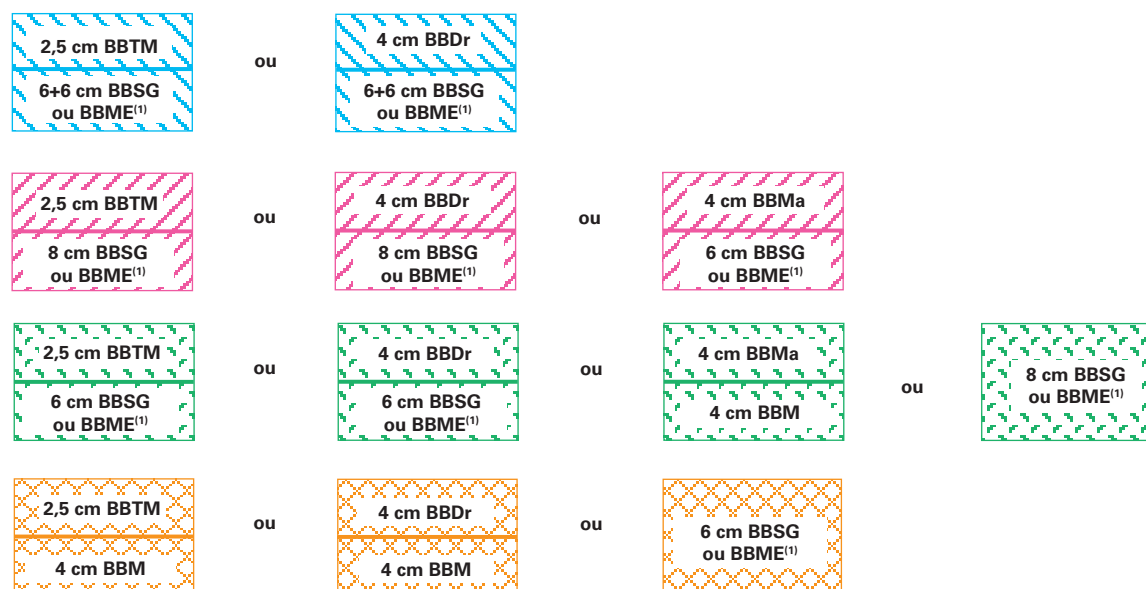
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



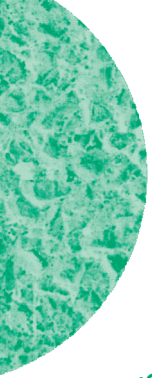
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GLp 0/20	couche de fondation : SL		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



Fiche

- 

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)
- 

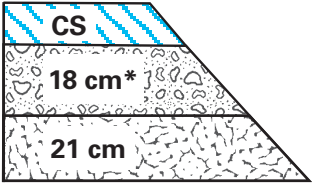
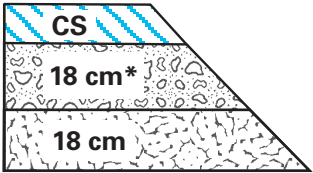
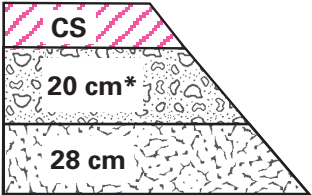
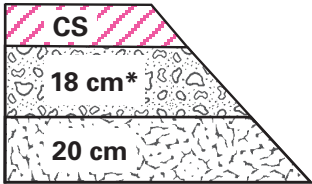
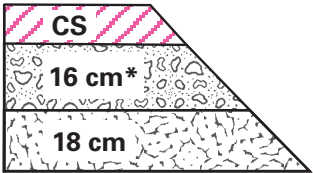
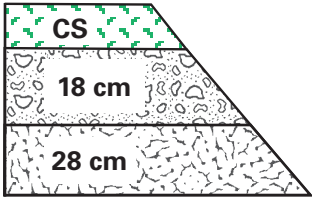
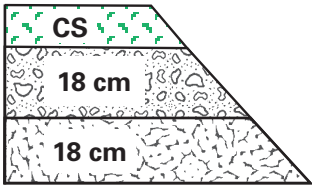
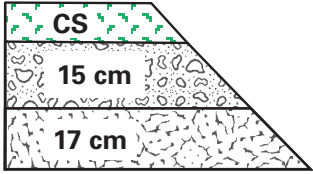
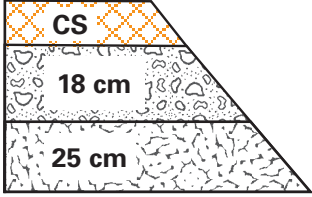
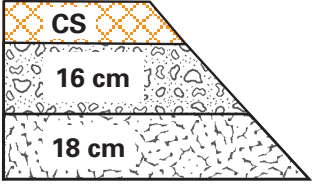
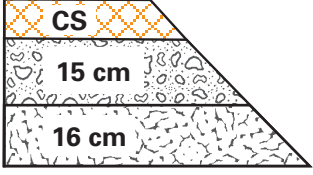
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

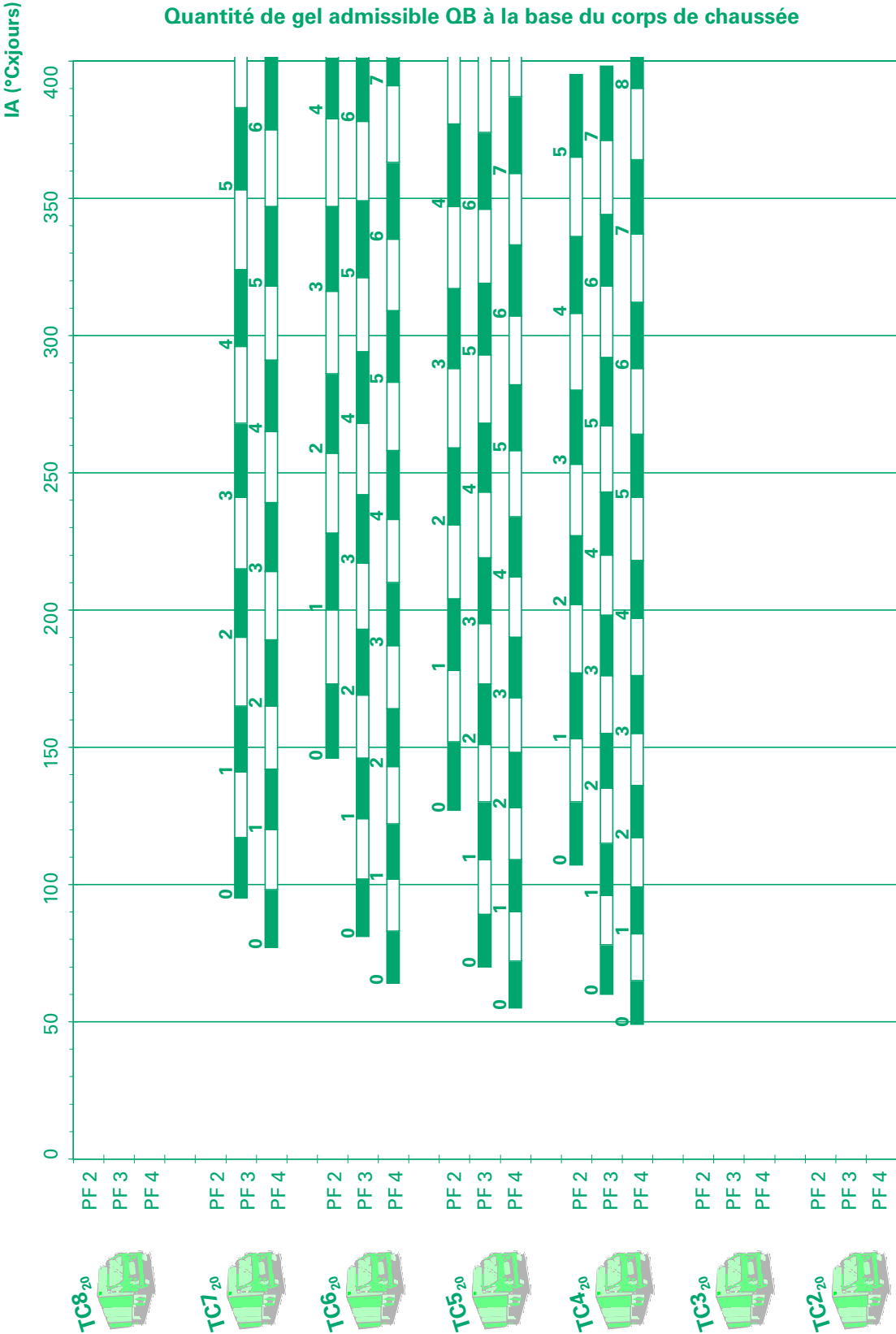
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



Structure :

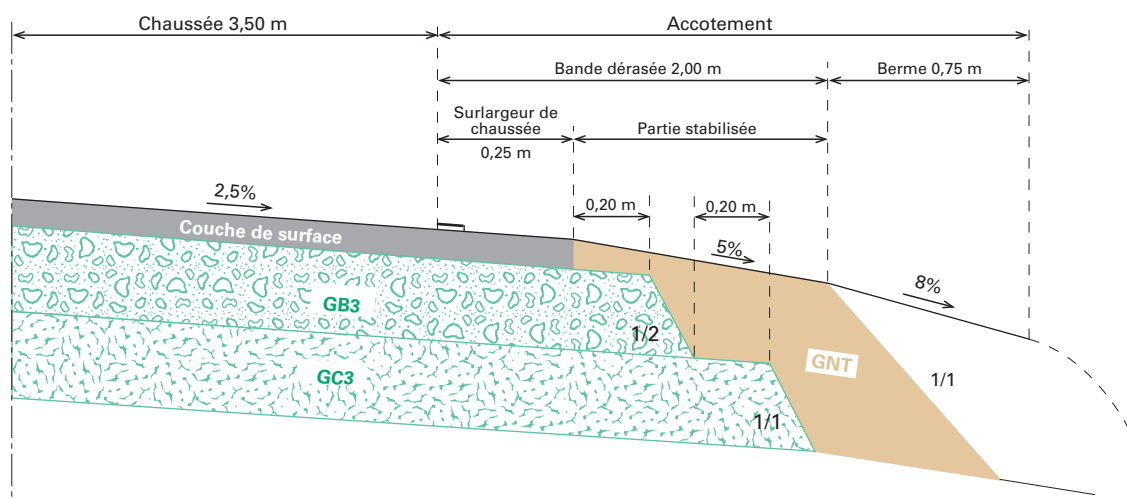
Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)

Couche de fondation : Grave - ciment* de classe 3 (GC3)

* ou liant routier ou cendres hydrauliques.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

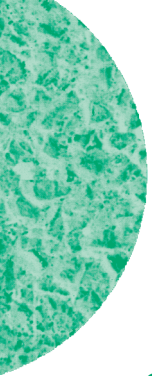


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : GC3 0/20		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



- 

TC8₂₀

43,5 millions PL
(32 millions NE)
- 

TC7₂₀

17,5 millions PL
(13 millions NE)
- 

TC6₂₀

6,5 millions PL
(4,8 millions NE)
- 

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,9 million NE)
- 

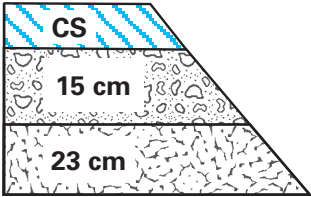
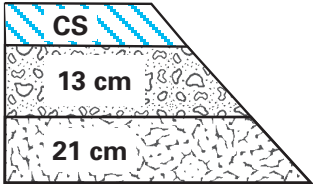
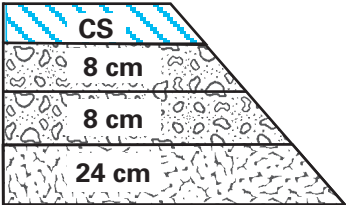
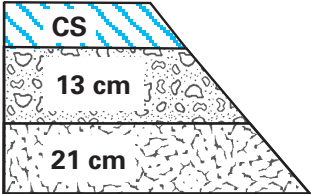
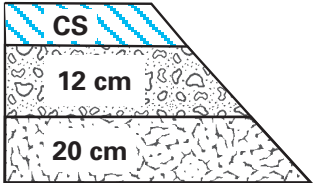
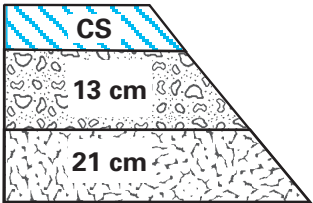
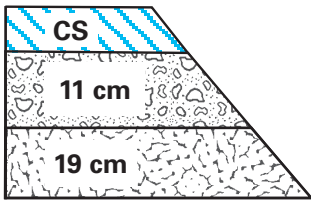
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,9 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

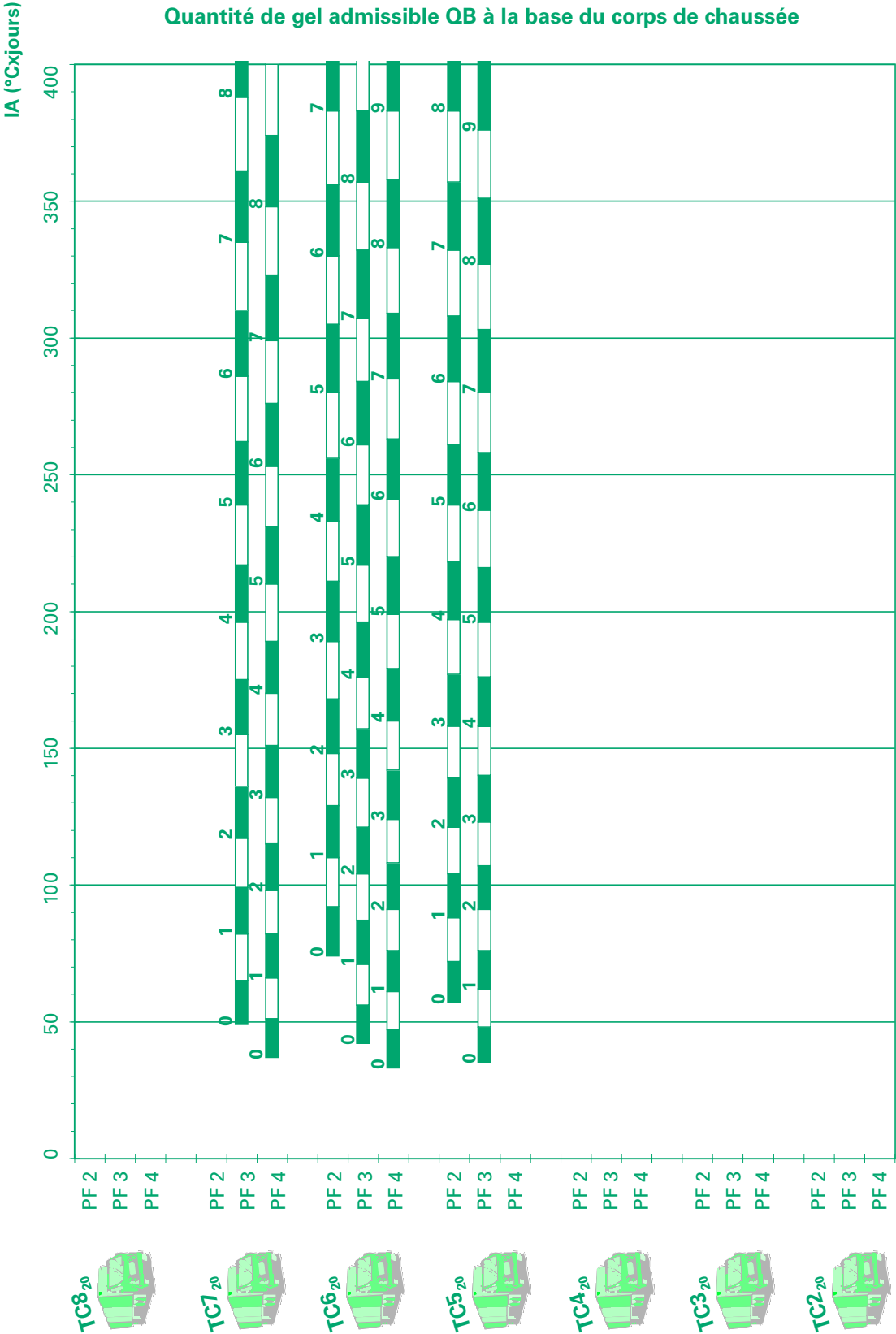
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,75



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



Structure :

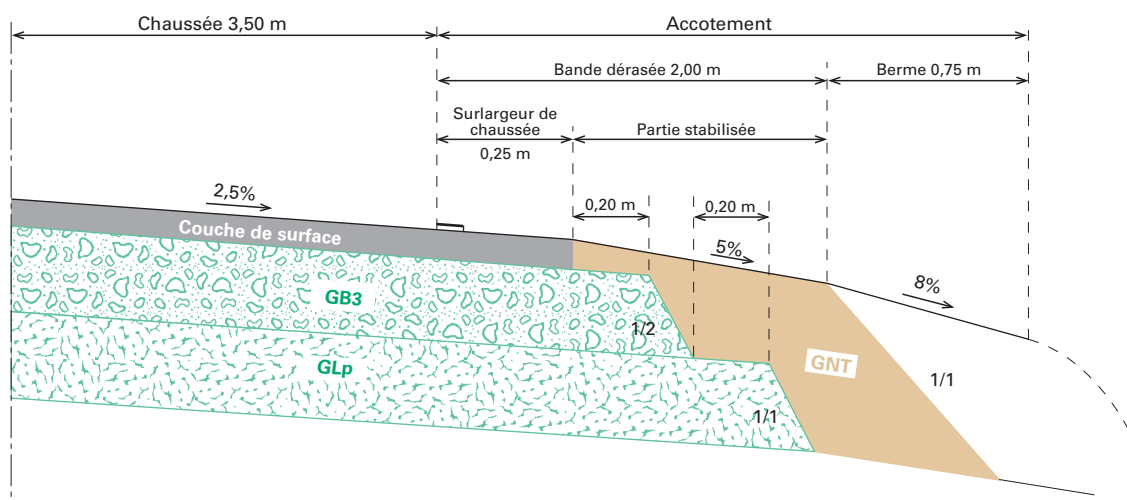
Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)

Couche de fondation : Grave - laitier prébroyé* de classe 2 (GLp2)

* avec activant sulfatique ou calcique autre que la chaux.

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

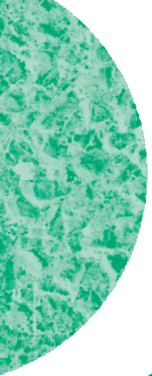


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : GLp 0/20		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



- 

TC8₂₀

43,5 millions PL
(32 millions NE)
- 

TC7₂₀

17,5 millions PL
(13 millions NE)
- 

TC6₂₀

6,5 millions PL
(4,8 millions NE)
- 

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,9 million NE)
- 

TC4₂₀

1,5 million PL
(0,9 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

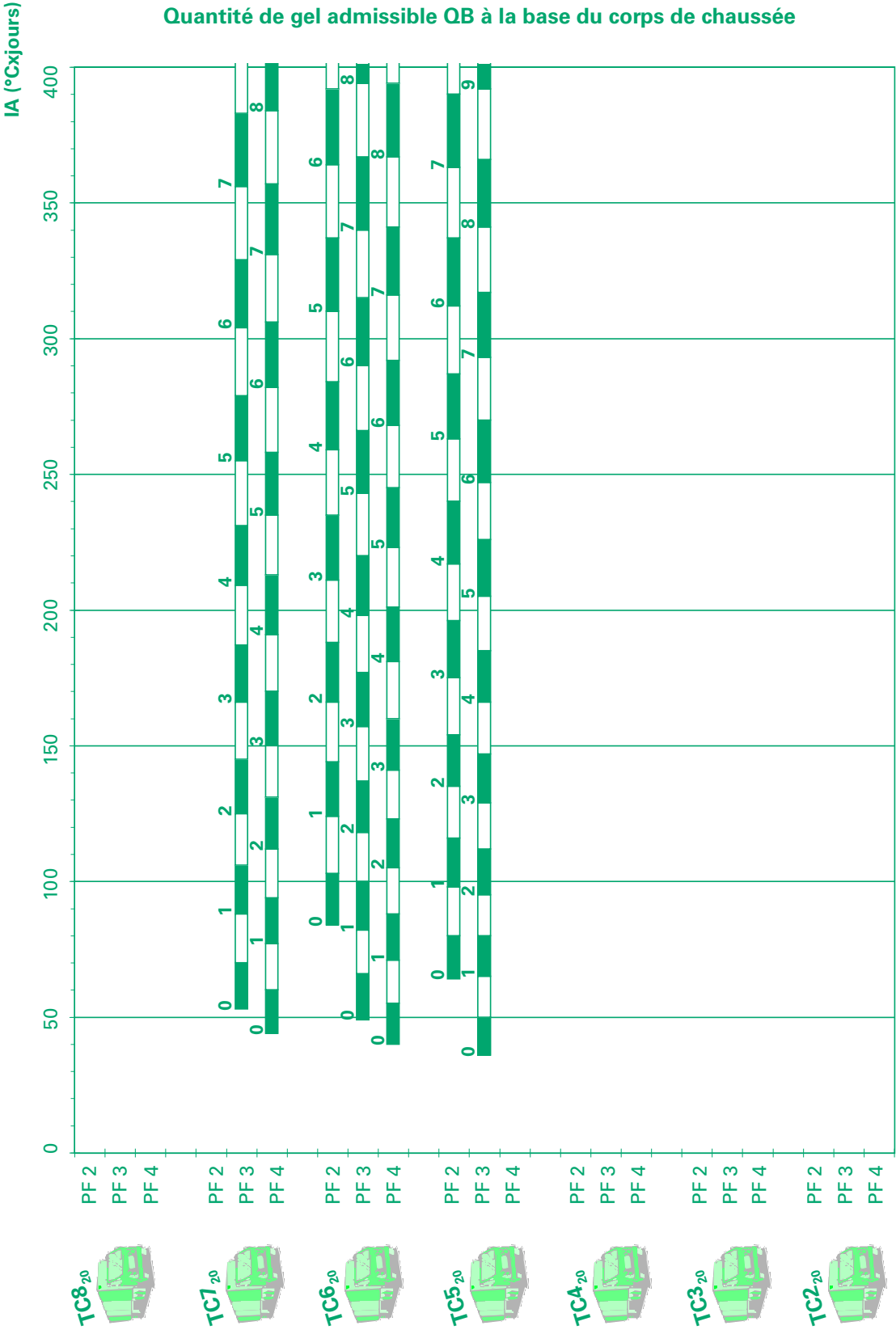
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
		CS 14 cm 22 cm	CS 13 cm 21 cm
	CS 8 cm 8 cm 24 cm	CS 13 cm 21 cm	CS 12 cm 20 cm
	CS 13 cm 21 cm	CS 10 cm 18 cm	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,75



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

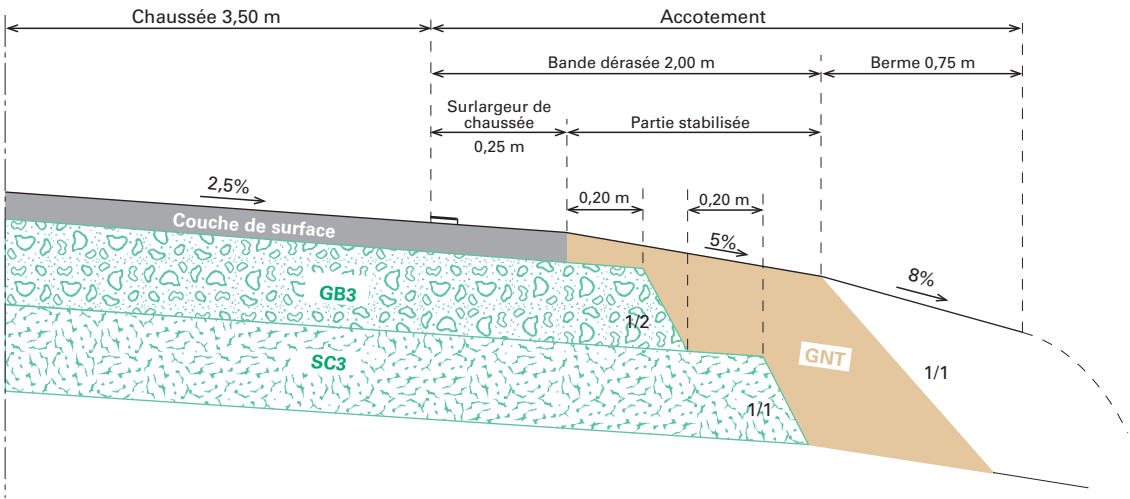


Structure :

- Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Sable - ciment de classe 3 (SC3)

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

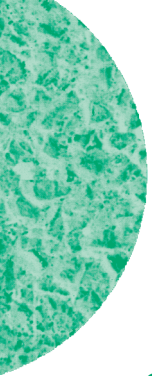


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : SC3		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₂₀

43,5 millions PL
(32 millions NE)

TC7₂₀

17,5 millions PL
(13 millions NE)

TC6₂₀

6,5 millions PL
(4,8 millions NE)

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,9 million NE)

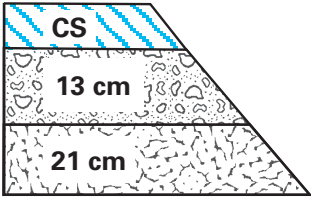
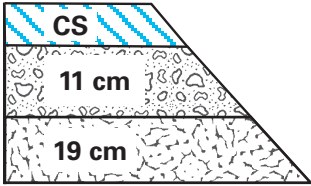
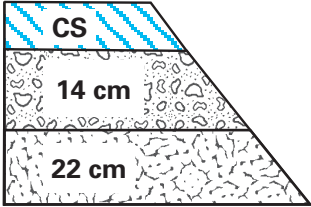
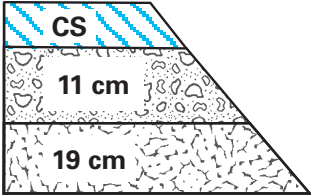
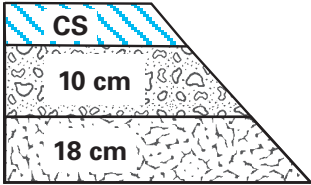
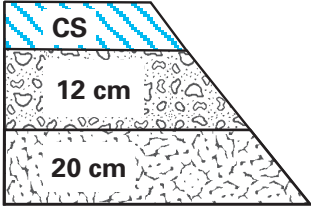
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,9 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

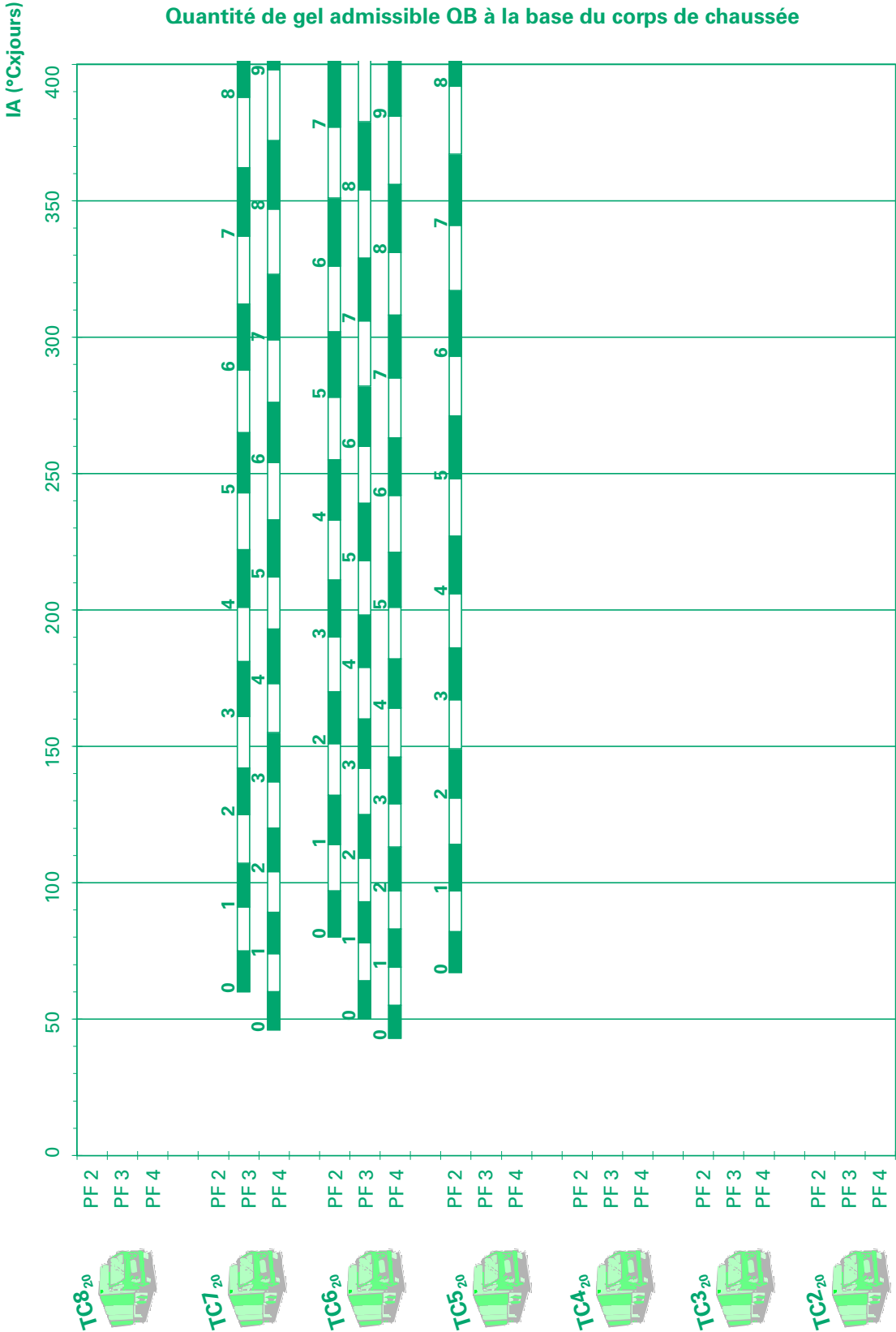
TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,75



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



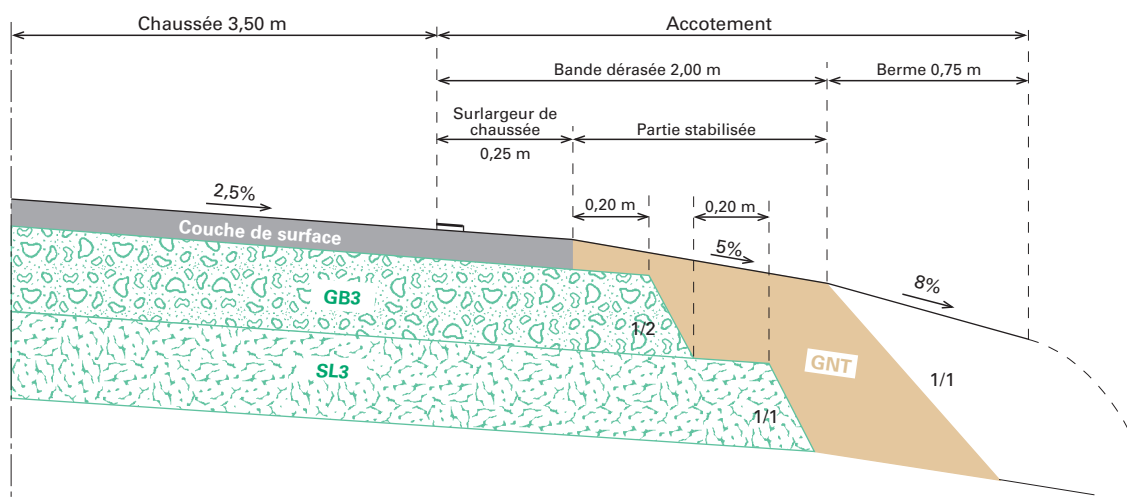
Structure :

Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)

Couche de fondation : Sable - laitier de classe 3 (SL3)

Coupe transversale :

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC_{i20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

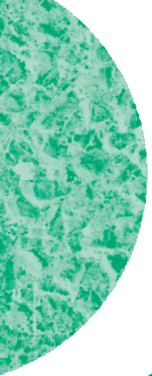


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : SC3		
	0/14	0/20	sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	8	10	15	18	20
maxi (cm)	12	15	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾	45 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₂₀

43,5 millions PL
(32 millions NE)

TC7₂₀

17,5 millions PL
(13 millions NE)

TC6₂₀

6,5 millions PL
(4,8 millions NE)

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,9 million NE)

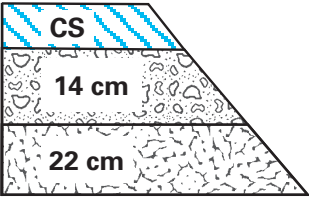
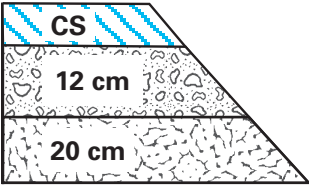
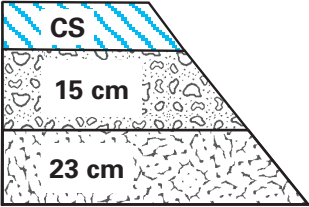
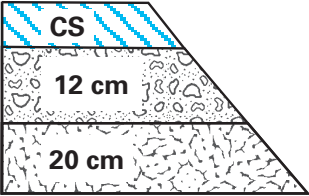
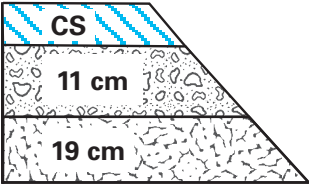
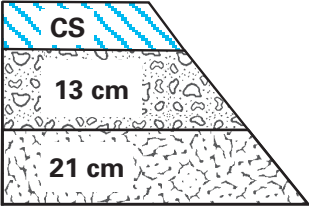
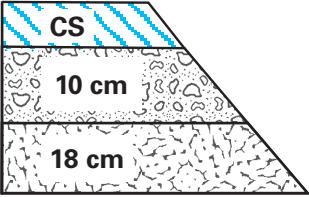
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,9 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

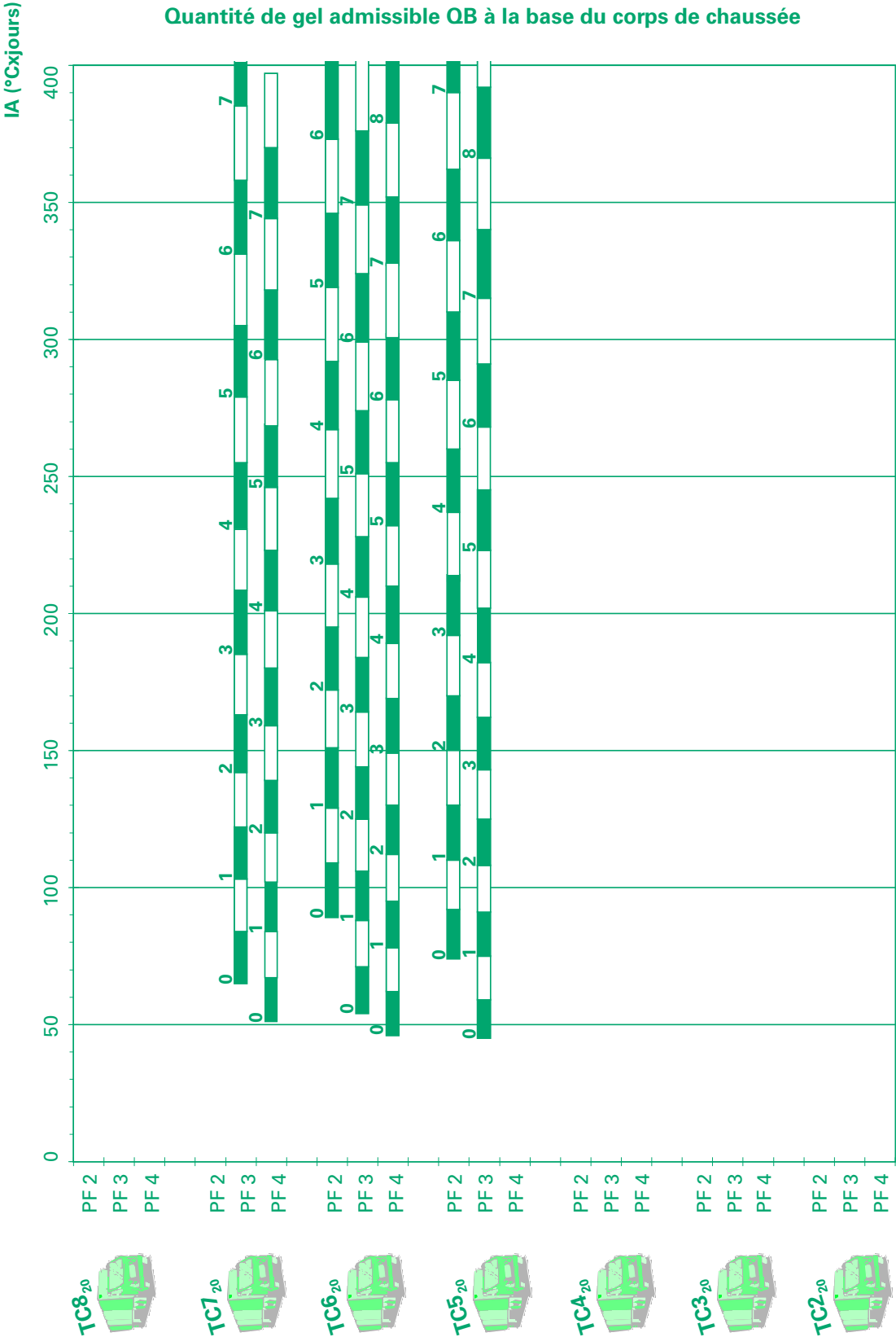
TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,75



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

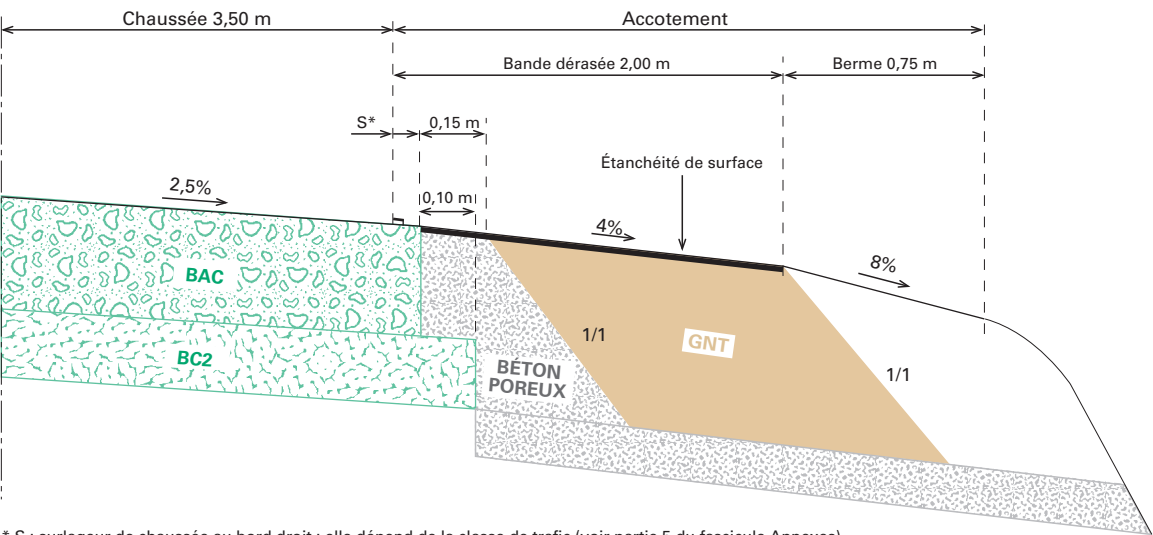


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton armé continu (BAC) avec des fers ronds
- Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BAC	BC2
mini (cm)	14	12
maxi (cm)	30	40

Fiche		VRNS		
		PF 2	PF 3	PF 4
		50 MPa	120 MPa	200 MPa
TC8₂₀ 43,5 millions PL (34 millions NE)				
			19 cm 15 cm	
TC7₂₀ 17,5 millions PL (13,8 millions NE)				
TC6₂₀ 6,5 millions PL (5,2 millions NE)		18 cm 18 cm	17 cm 15 cm	
TC5₂₀ 2,5 millions PL (2 millions NE)		16 cm 18 cm	15 cm 15 cm	
TC4₂₀ 1,5 million PL (1 million NE)				
TC3₂₀ 0,5 million PL (0,3 million NE)				
TC2₂₀				

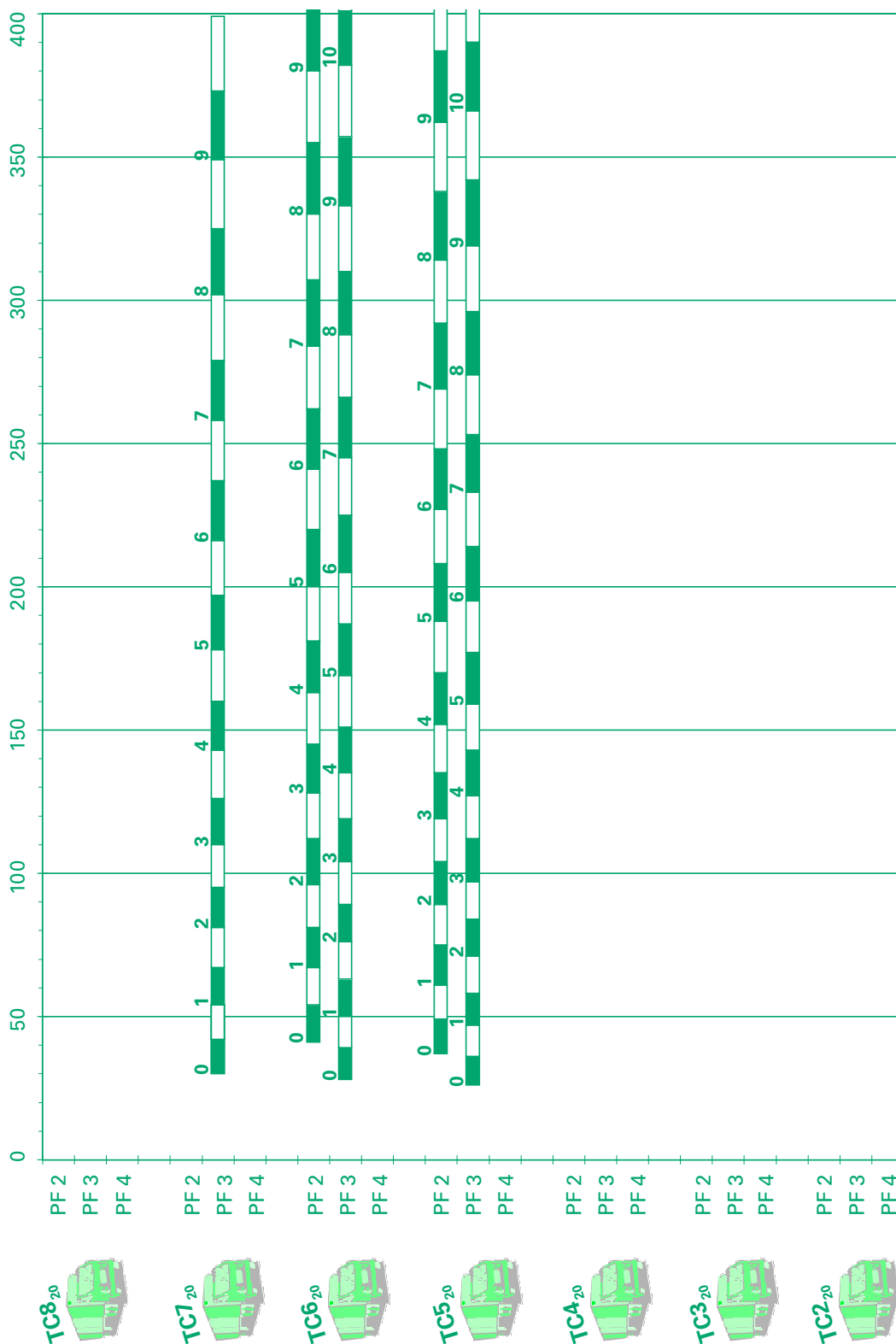
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



IA (°Cxjourns)

Quantité de gel admissible QB à la base du corps de chaussée

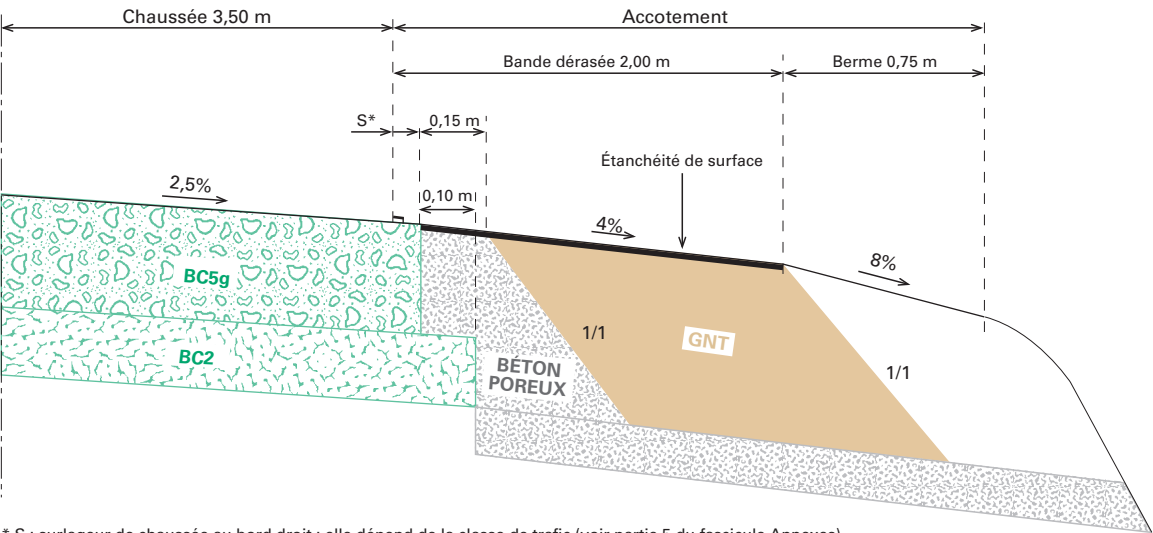


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 goudonné (BC5g)
- Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

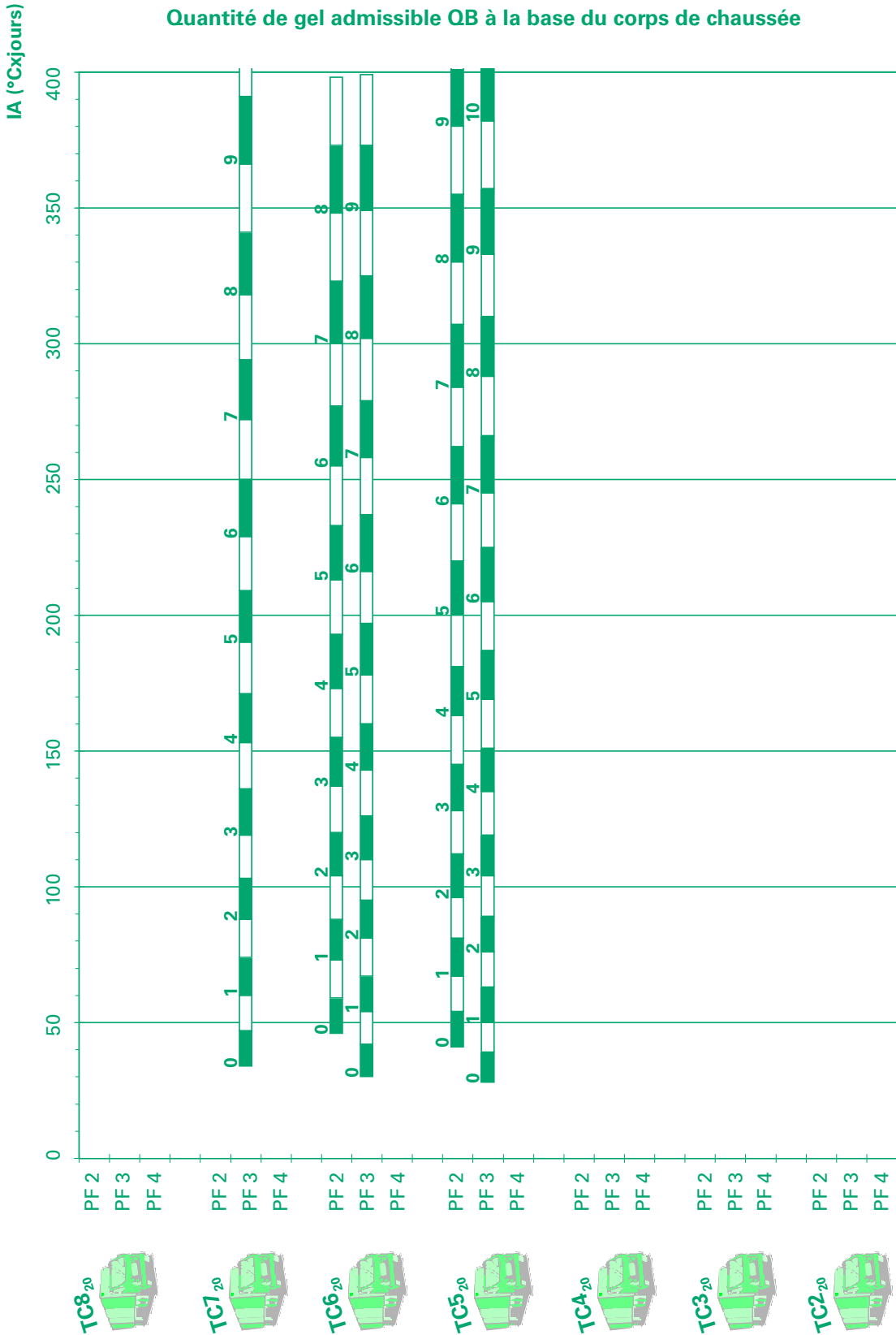
	BCg	BC2
mini (cm)	14	12
maxi (cm)	30	40

Fiche		VRNS		
		PF 2	PF 3	PF 4
		50 MPa	120 MPa	200 MPa
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) TC3₂₀ 0,5 million PL (0,3 million NE) TC2₂₀				
			21 cm 15 cm	
		20 cm 18 cm	19 cm 15 cm	
		18 cm 18 cm	17 cm 15 cm	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

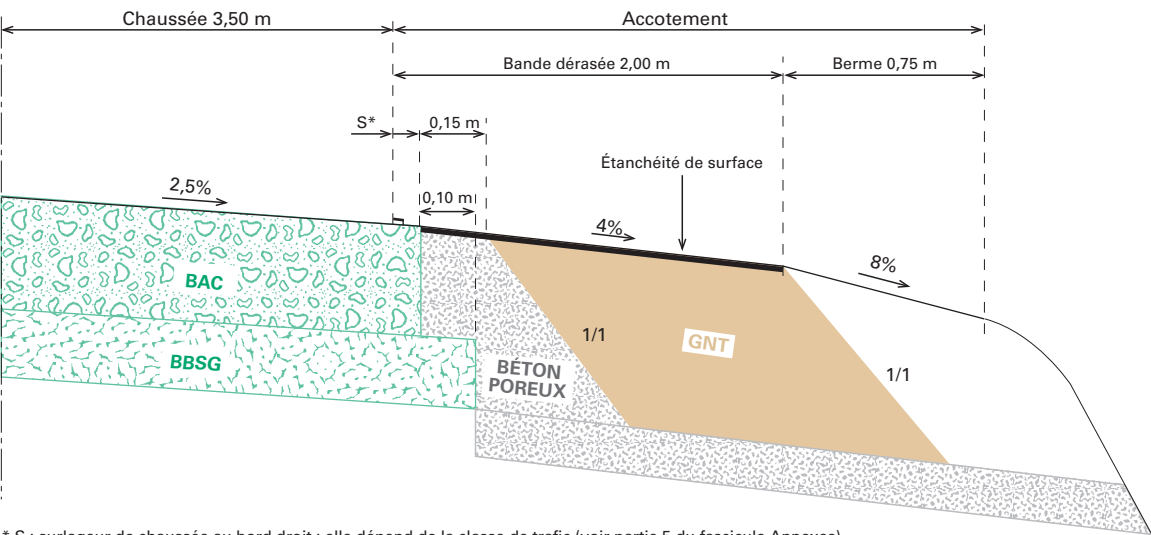


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton armé continu (BAC) avec fers ronds
- Couche de fondation : Béton bitumineux semi-grenu (BBSG)*
- * Reposant sur une plate-forme traitée aux liants hydrauliques de classe PF3 ou PF4

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

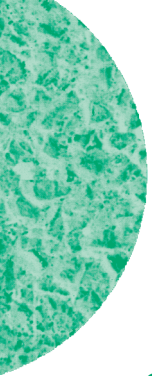
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BAC
mini (cm)	14
maxi (cm)	30



- 

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)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

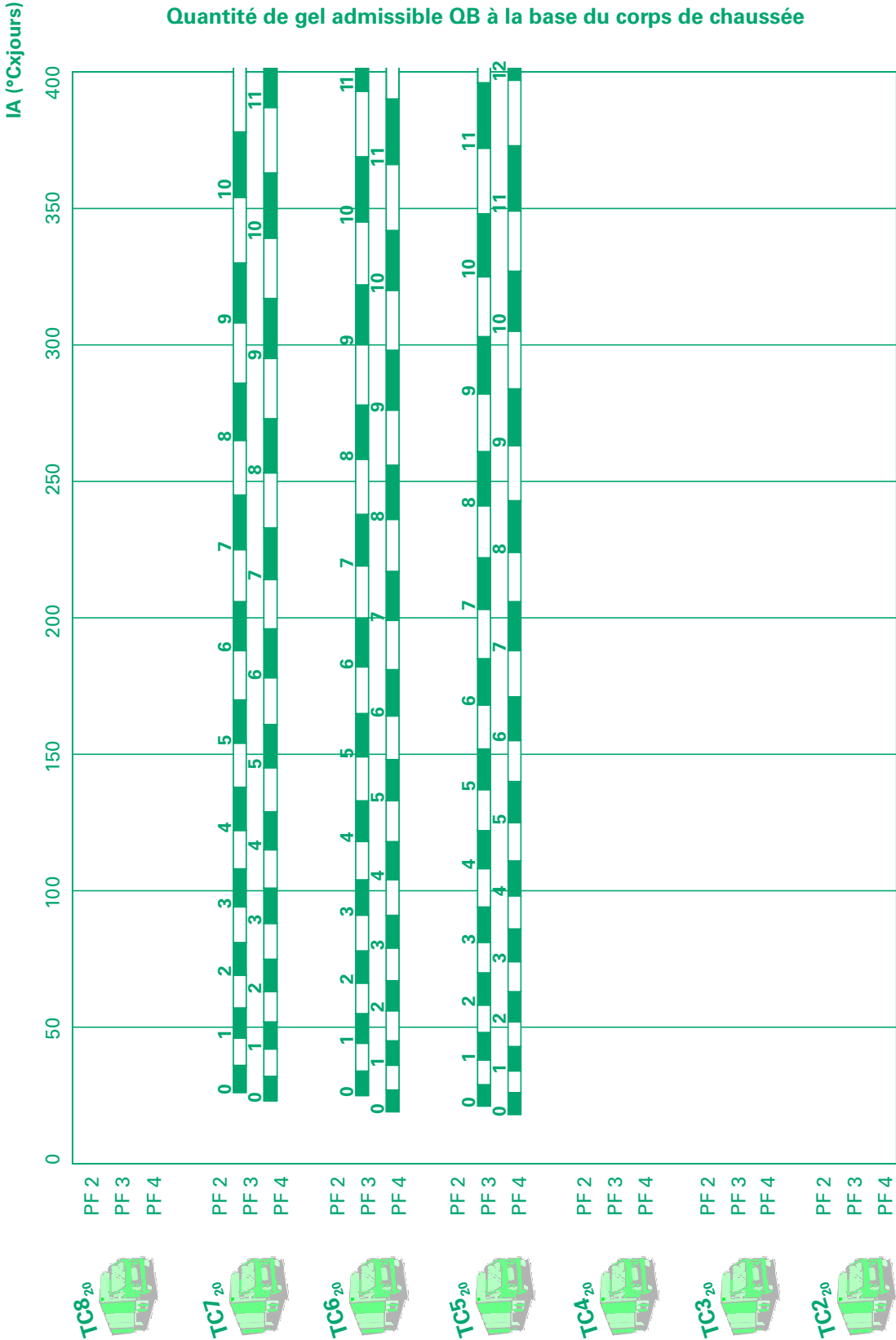
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa	120 MPa	200 MPa	
	22 cm 5 cm	21 cm 5 cm	
	21 cm 5 cm	19 cm 5 cm	
	19 cm 5 cm	17 cm 5 cm	

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

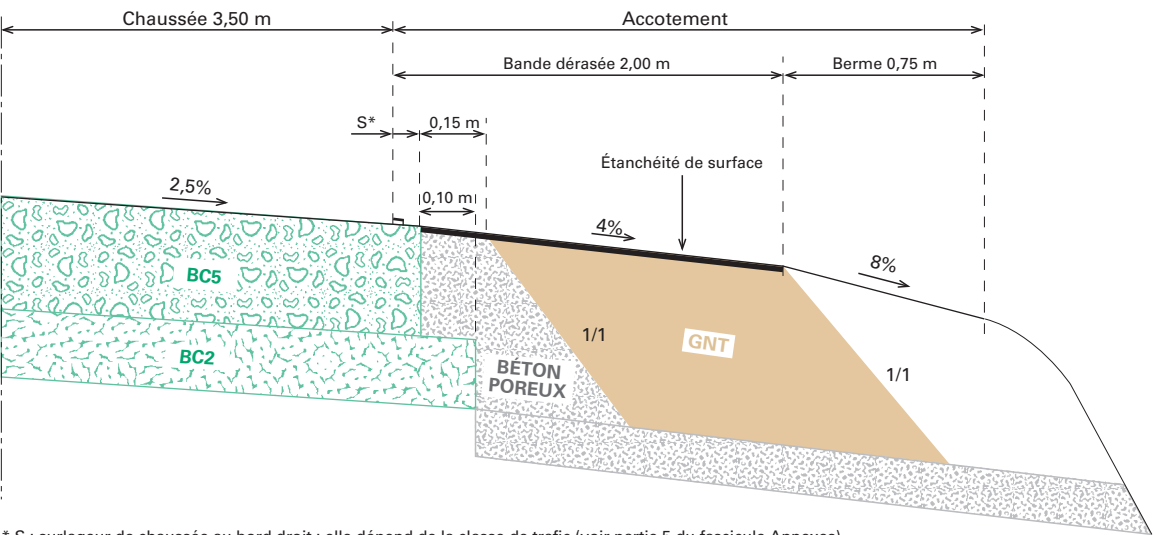


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goudonné (BC5)
- Couche de fondation : Béton maigre de classe 2 (BC2)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- $TC_{i_{20}}$: classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

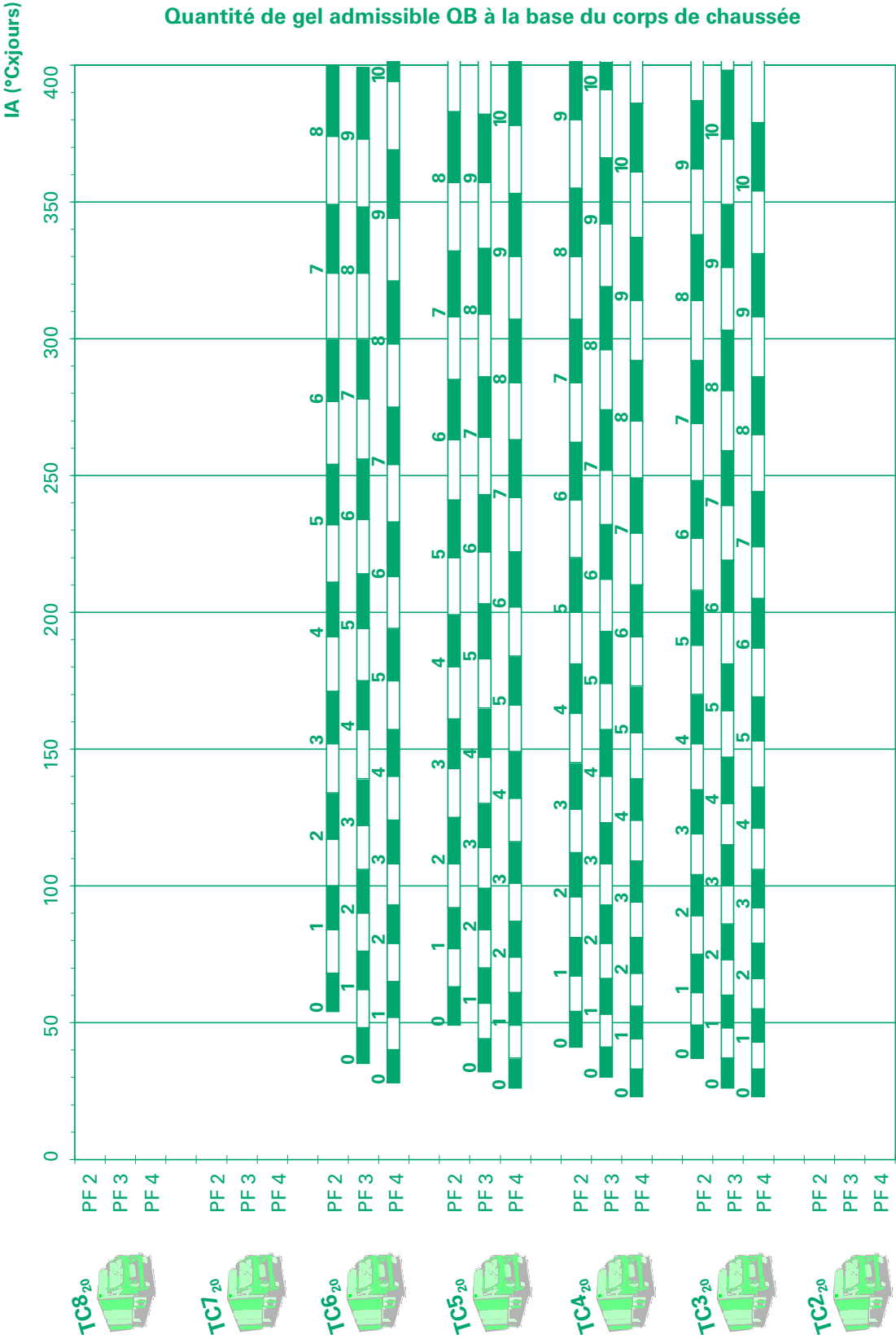
Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BC5	BC2
mini (cm)	15	12
maxi (cm)	40	40

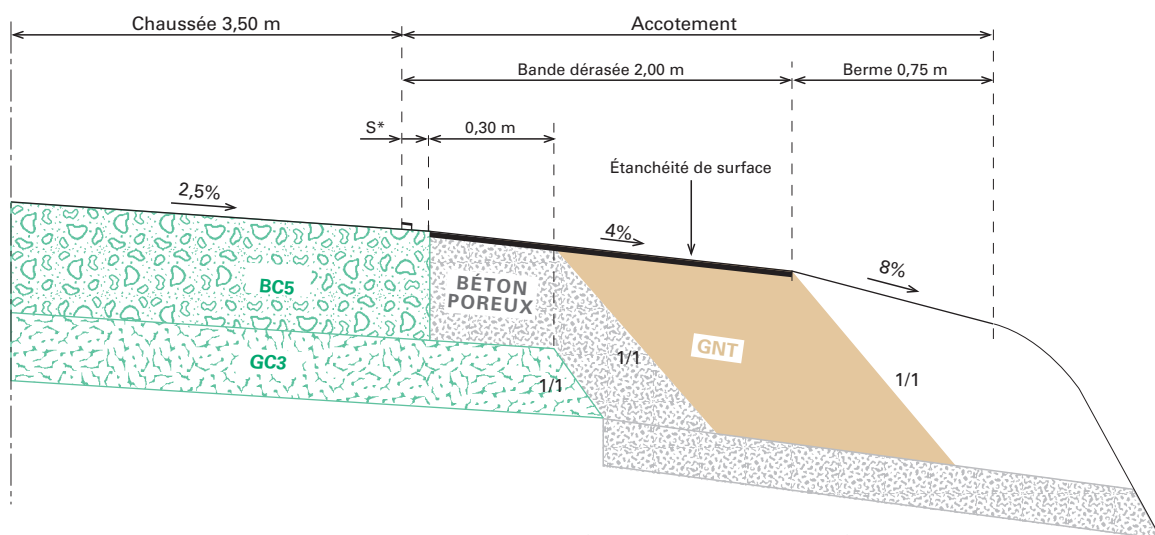


Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goudronné (BC5)
Couche de fondation : Grave - ciment de classe 3 (GC3)

- Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

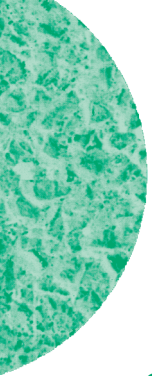
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : BC5	couche de fondation : GC 0/20		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	40	32 ⁽¹⁾	32 ⁽¹⁾	32 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



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)

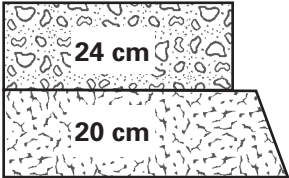
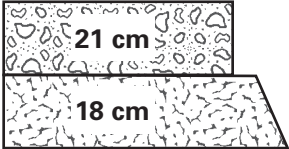
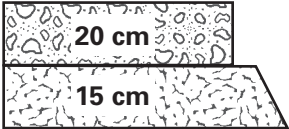
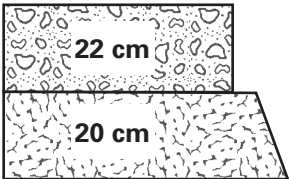
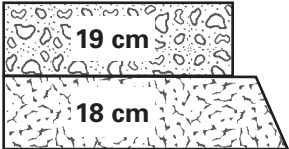
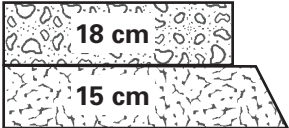
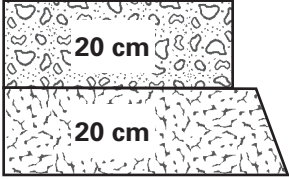
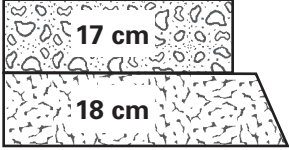
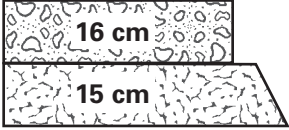
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,3 million NE)

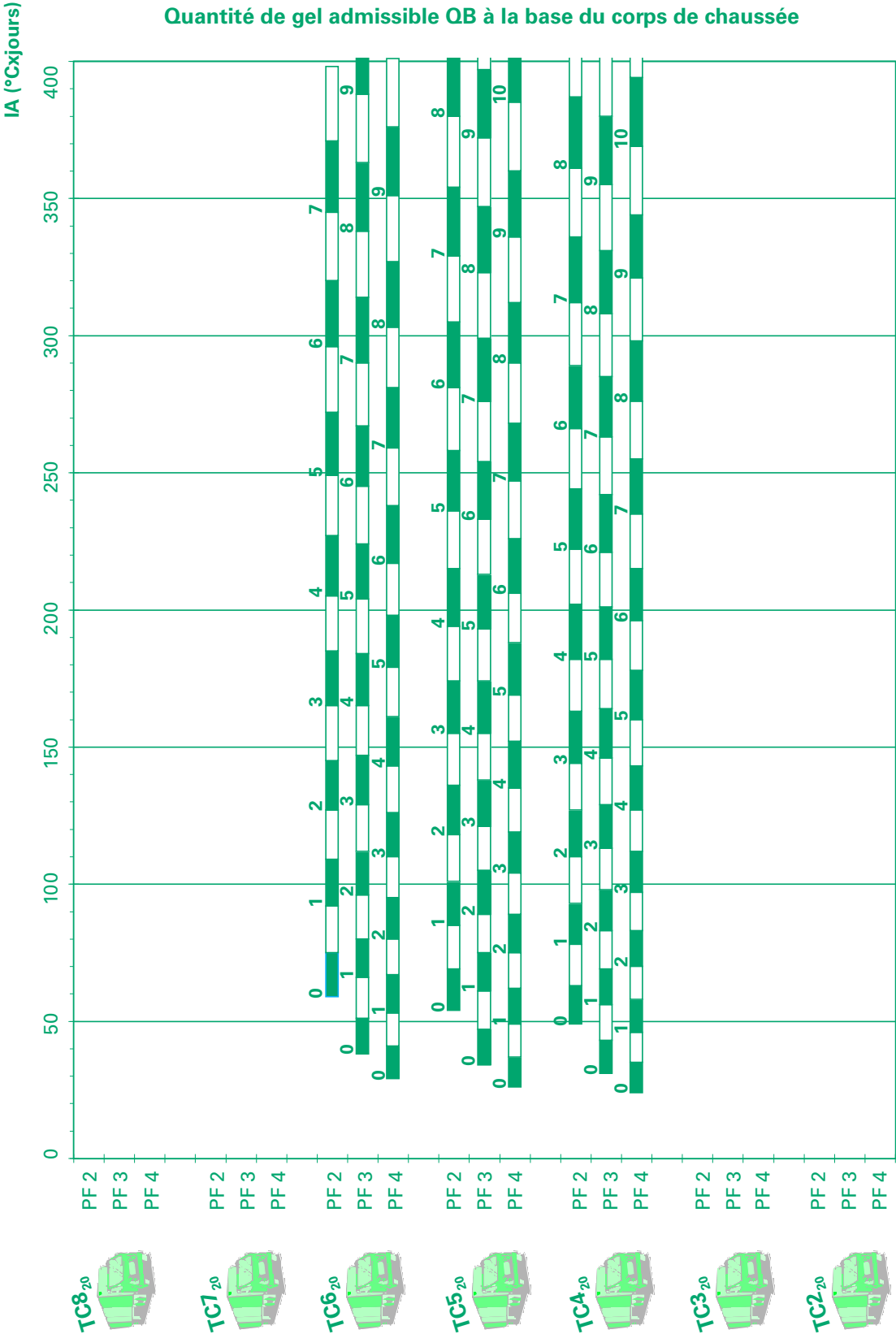
TC2₂₀


	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

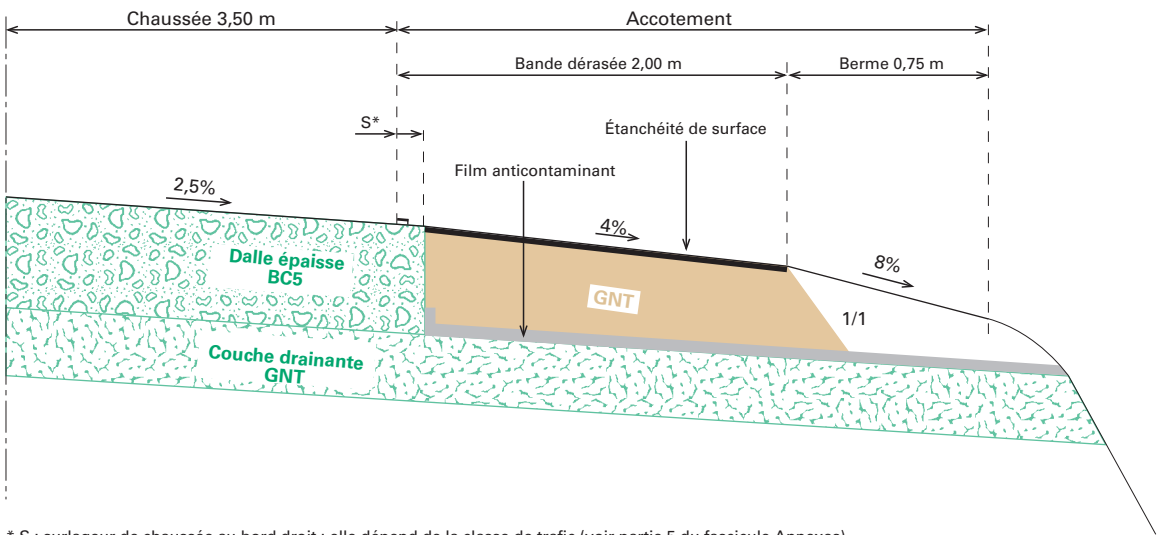


Structure :

- Couche de base-roulement : Béton de ciment de classe 5 non armé et non goujonné (BC5) en dalle épaisse
- Couche de fondation : Couche drainante (CD) en grave non traitée (GNT)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



* S : surlageur de chaussée au bord droit : elle dépend de la classe de trafic (voir partie 5 du fascicule Annexes)

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

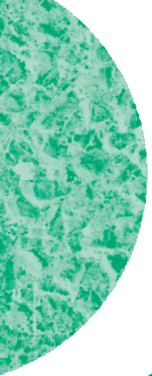
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	BC5
mini (cm)	15
maxi (cm)	40



- 

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)
- 

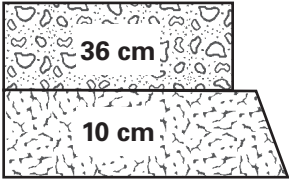
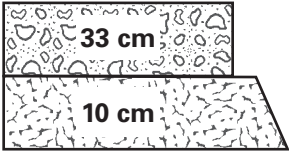
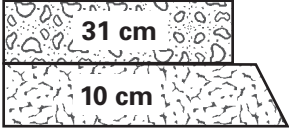
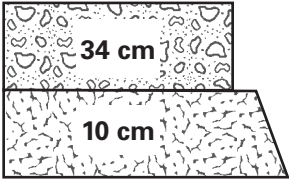
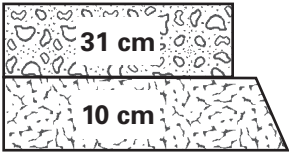
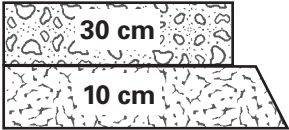
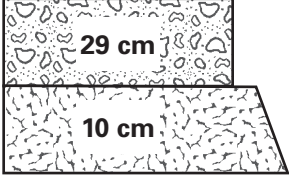
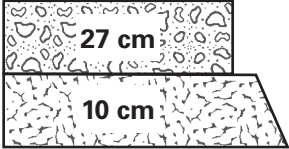
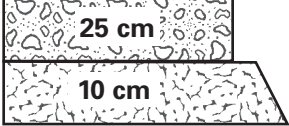
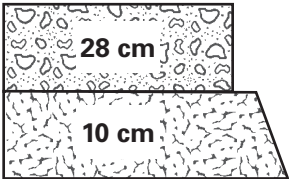
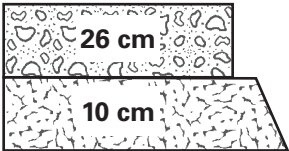
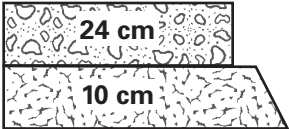
TC4₂₀

1,5 million PL
(1 million NE)
- 

TC3₂₀

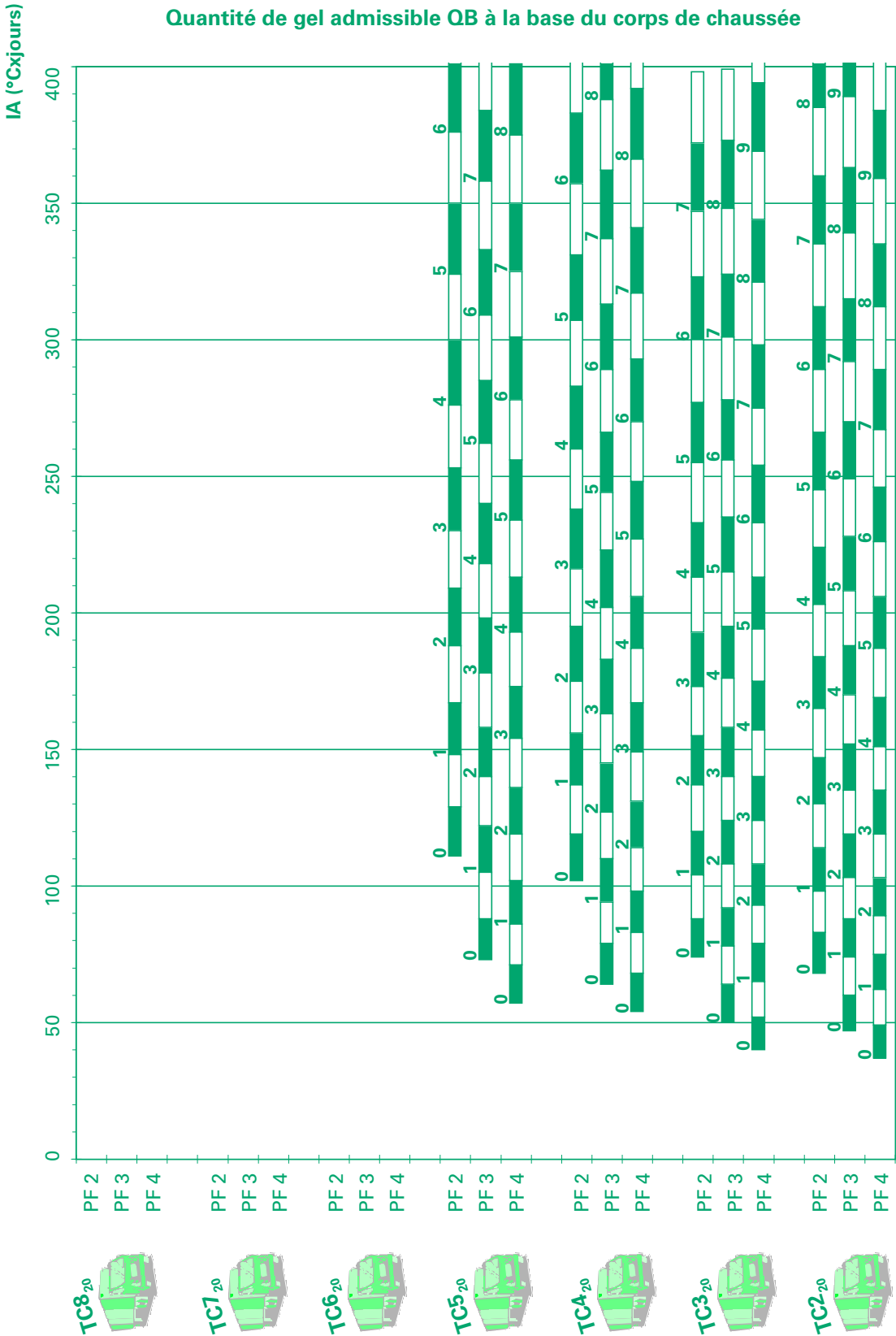
0,5 million PL
(0,3 million NE)
- 

TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée



GB3/GNT/CdForme (MTLH)

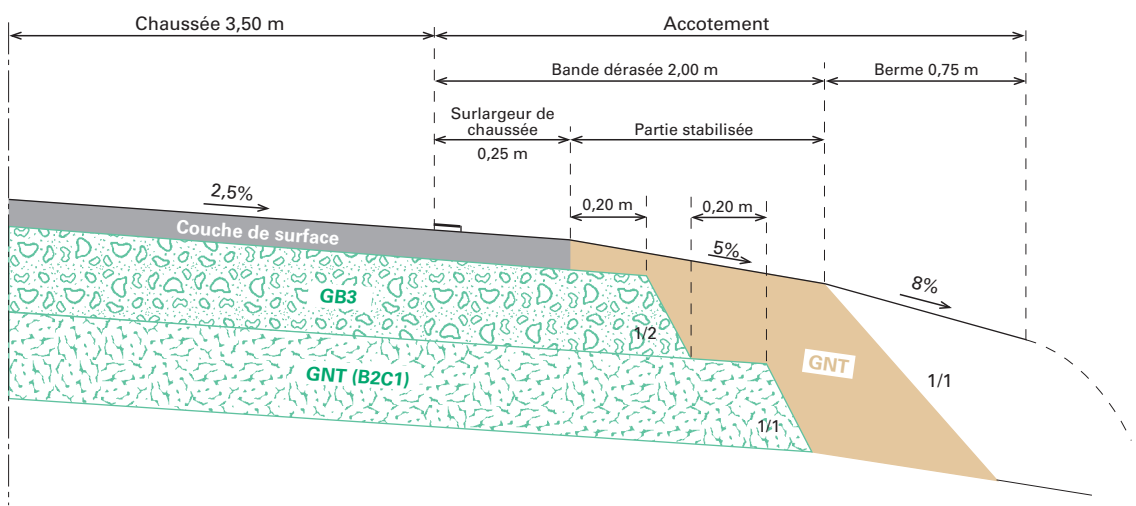
VOIES DU RÉSEAU NON STRUCTURANT (VRNS)

Structure :

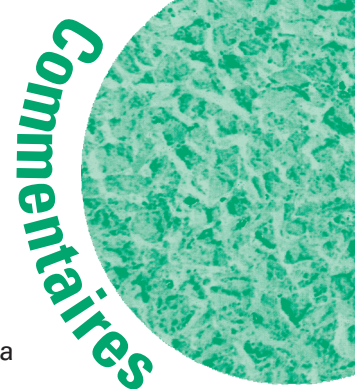
- Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave non traitée (GNT) de type B2 et de classe de performance C1 reposant sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



GB3/GNT/CdForme (MTLH)



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

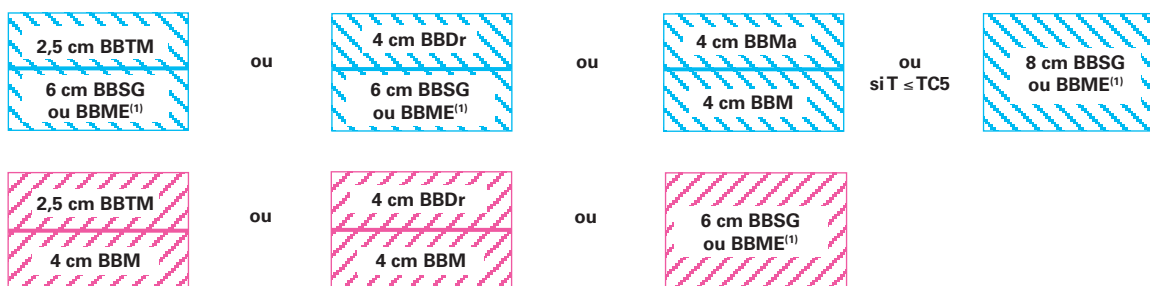
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :

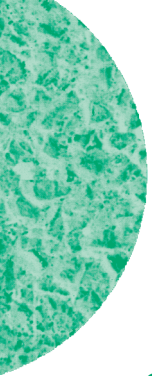


- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3	
	0/14	0/20
mini (cm)	8	10
maxi (cm)	12	15

- Pour un matériau de couche de forme de classe mécanique 5, ajouter 3 cm à la couche de GB.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



- 

TC8₂₀

43,5 millions PL
(21 millions NE)
- 

TC7₂₀

17,5 millions PL
(8,6 millions NE)
- 

TC6₂₀

6,5 millions PL
(3,2 millions NE)
- 

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,3 million NE)
- 

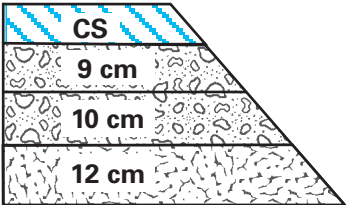
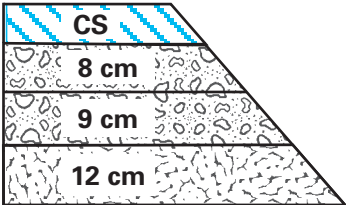
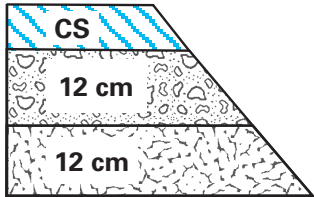
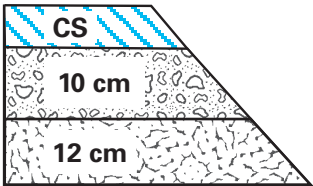
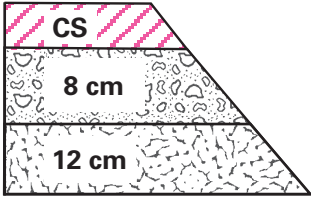
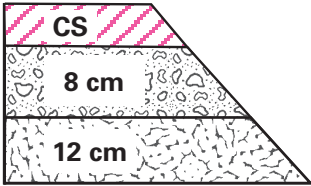
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,6 million NE)
- 

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,2 million NE)
- 

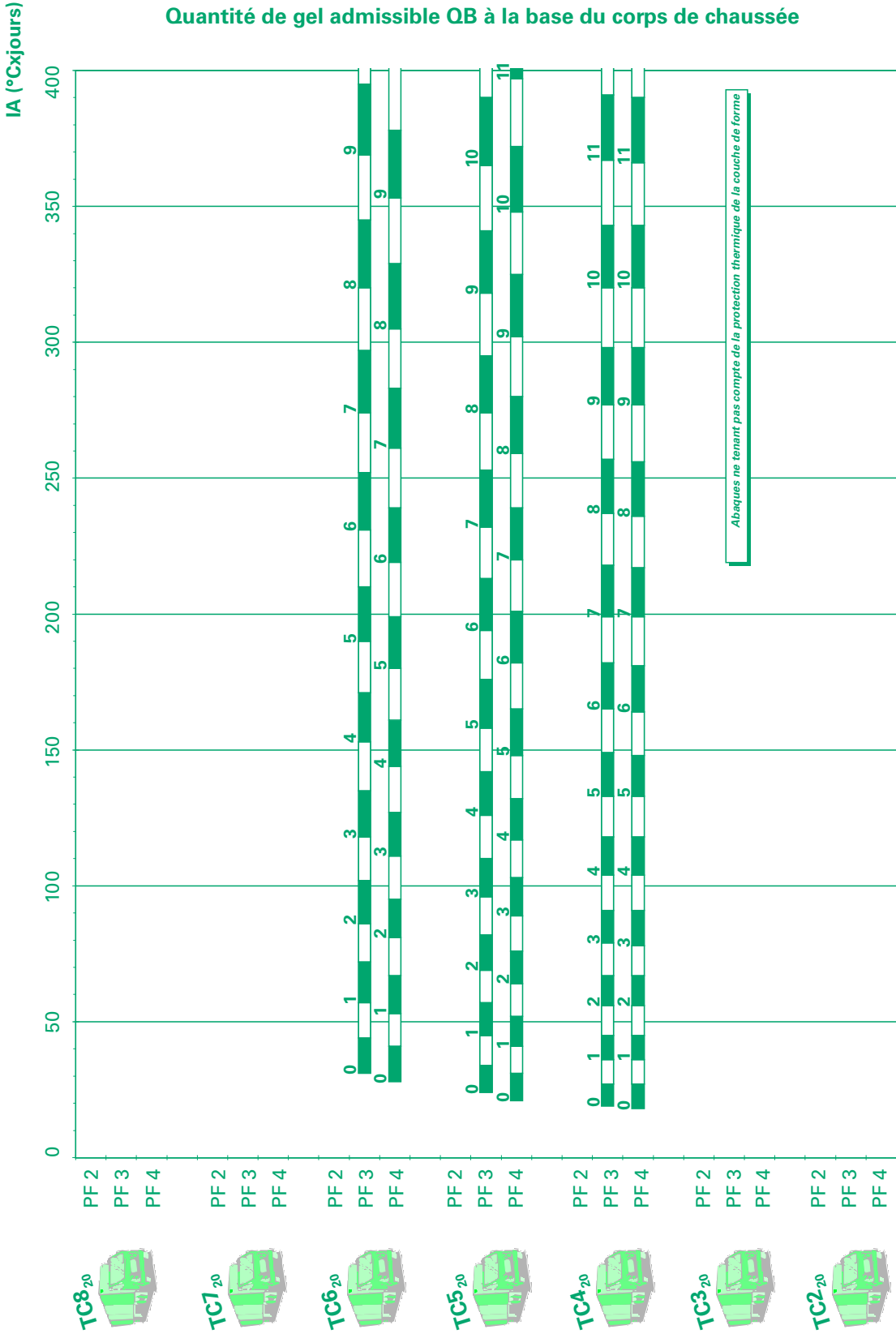
TC2₂₀

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5



Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

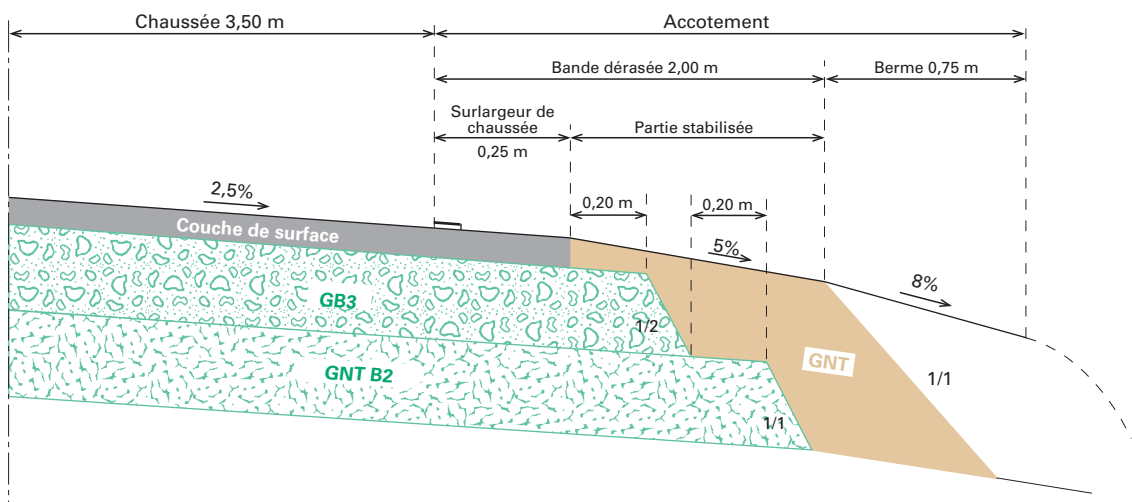


Structure :

- Couche de base : Grave - bitume de classe 3 (GB3)
- Couche de fondation : Grave non traitée (GNT) de type B2 (B2C2 ou B2C1)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi₂₀ : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

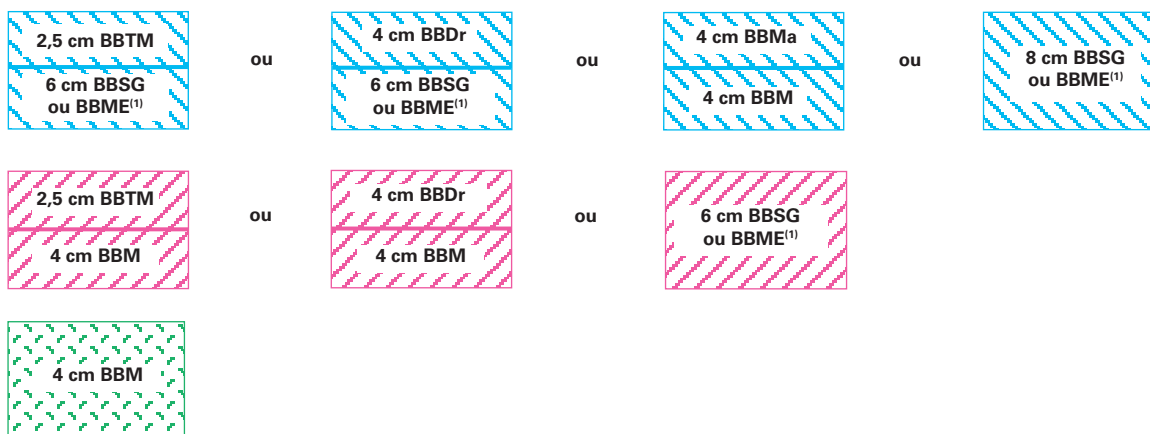
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



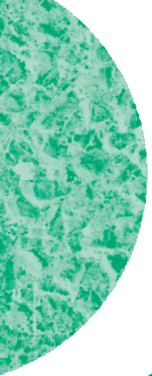
- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GB3		couche de fondation : GNT
	0/14	0/20	0/20
mini (cm)	8	10	15
maxi (cm)	12	15	35 ⁽²⁾

- Les épaisseurs suivantes correspondent à une couche de fondation en GNT de type B2C2. Si la GNT est de type B2C1, il conviendra d'enlever 5 cm à l'épaisseur de GNT.

⁽¹⁾ Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

⁽²⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



TC8₂₀

43,5 millions PL
(21 millions NE)

TC7₂₀

17,5 millions PL
(8,6 millions NE)

TC6₂₀

6,5 millions PL
(3,2 millions NE)

TC5₂₀

2,5 millions PL
(1,3 million NE)

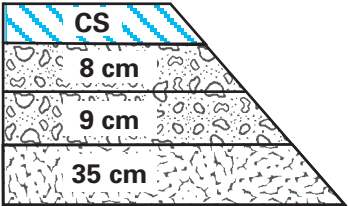
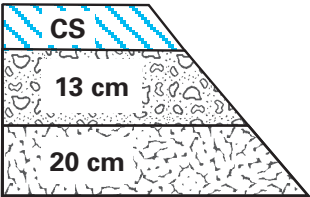
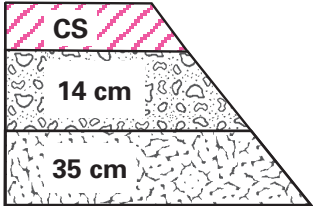
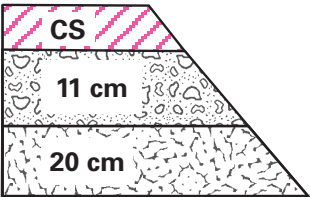
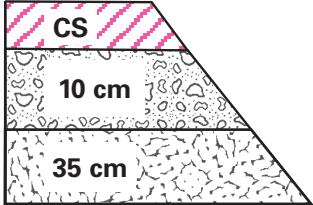
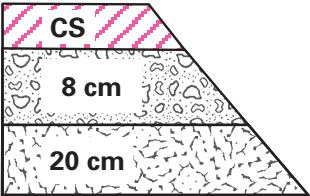
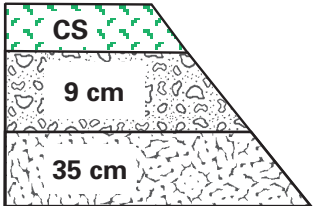
TC4₂₀

1,5 million PL
(0,6 million NE)

TC3₂₀

0,5 million PL
(0,2 million NE)

TC2₂₀

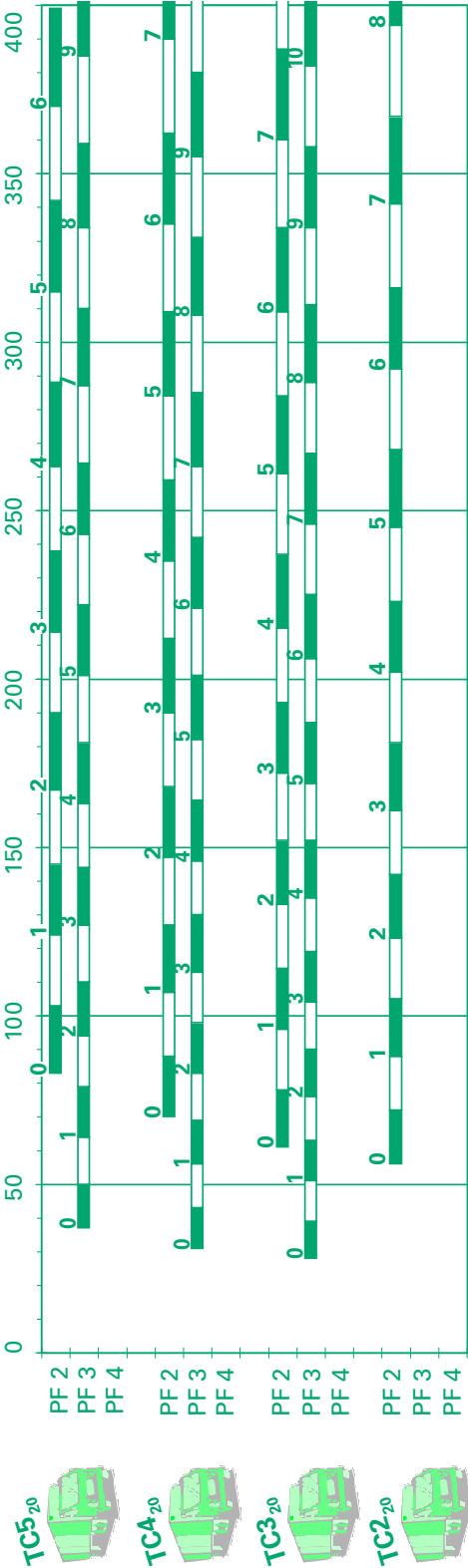

	PF 2	PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
			
			
			
			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5

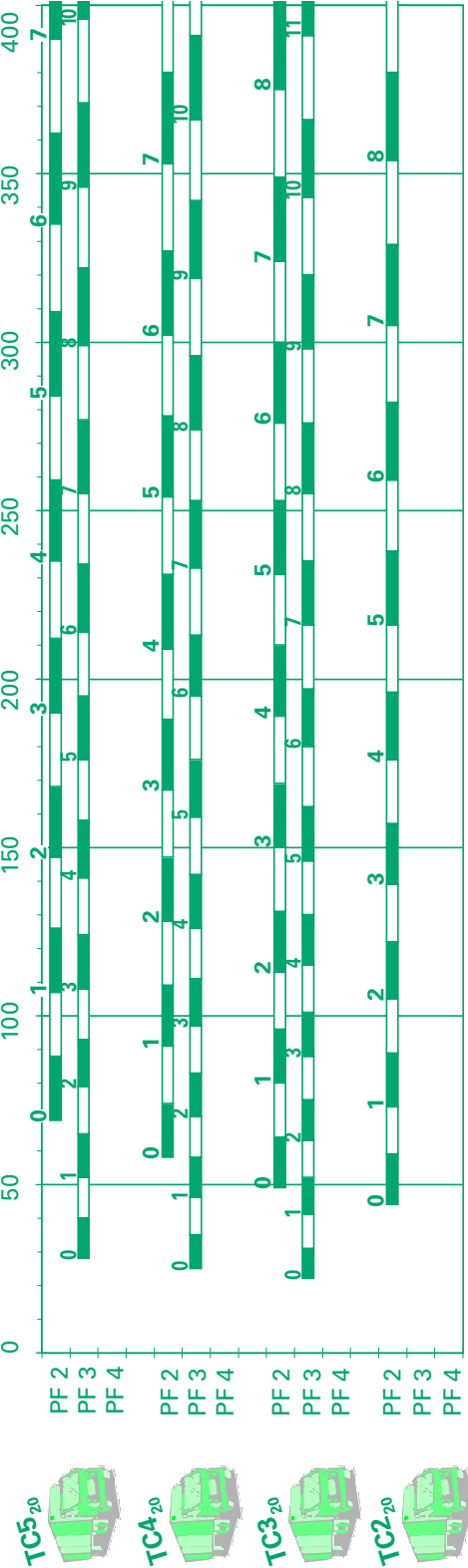


Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

GB3/GNT B2C2



GB3/GNT B2C1

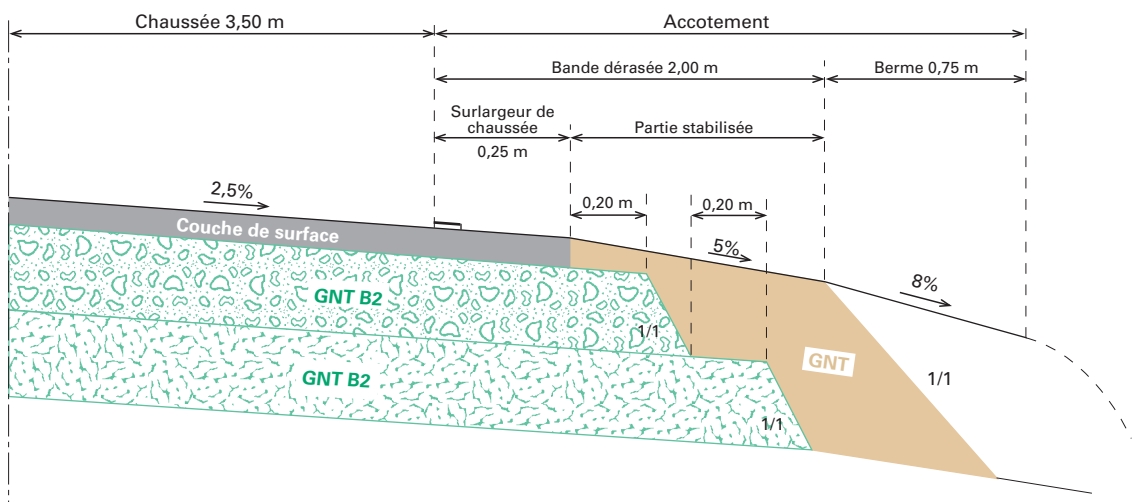


Structure :

- Couche de base : Grave non traitée (GNT) de type B2 (B2C2 ou B2C1)
- Couche de fondation : Grave non traitée (GNT) de type B2 (B2C2 ou B2C1)

Coupe transversale :

- Exemple d’une coupe transversale pour cette structure :



- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- PF_j : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- Couche de surface (CS) :**



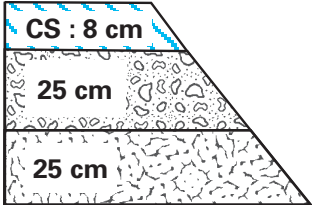
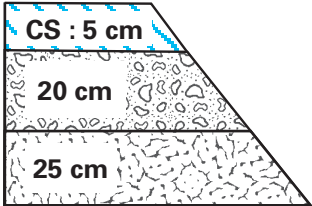
Béton bitumineux pour chaussée souple à faible trafic.

- Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base et fondation : GNT 0/20	
mini (cm)		15
maxi (cm)		35 ⁽¹⁾

- Les épaisseurs suivantes correspondent à une GNT de classe B2C2. Pour une GNT de classe B2C1, il faut enlever 5 cm à l'épaisseur totale de GNT, sauf en PF4.

⁽¹⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.

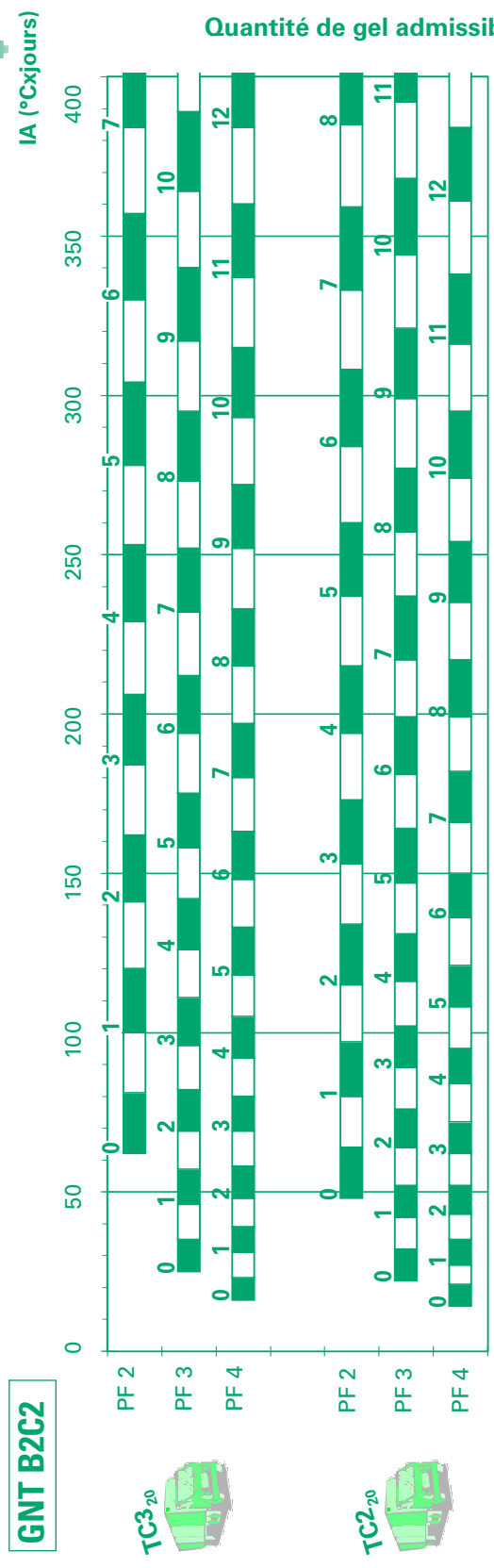
	50 MPa	120 MPa	200 MPa
TC8₂₀ 			
43,5 millions PL (21 millions NE)			
TC7₂₀ 			
17,5 millions PL (8,6 millions NE)			
TC6₂₀ 			
6,5 millions PL (3,2 millions NE)			
TC5₂₀ 			
2,5 millions PL (1,3 million NE)			
TC4₂₀ 			
1,5 million PL (0,6 million NE)			
TC3₂₀ 			
0,5 million PL (0,2 million NE)			
TC2₂₀ 			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 1

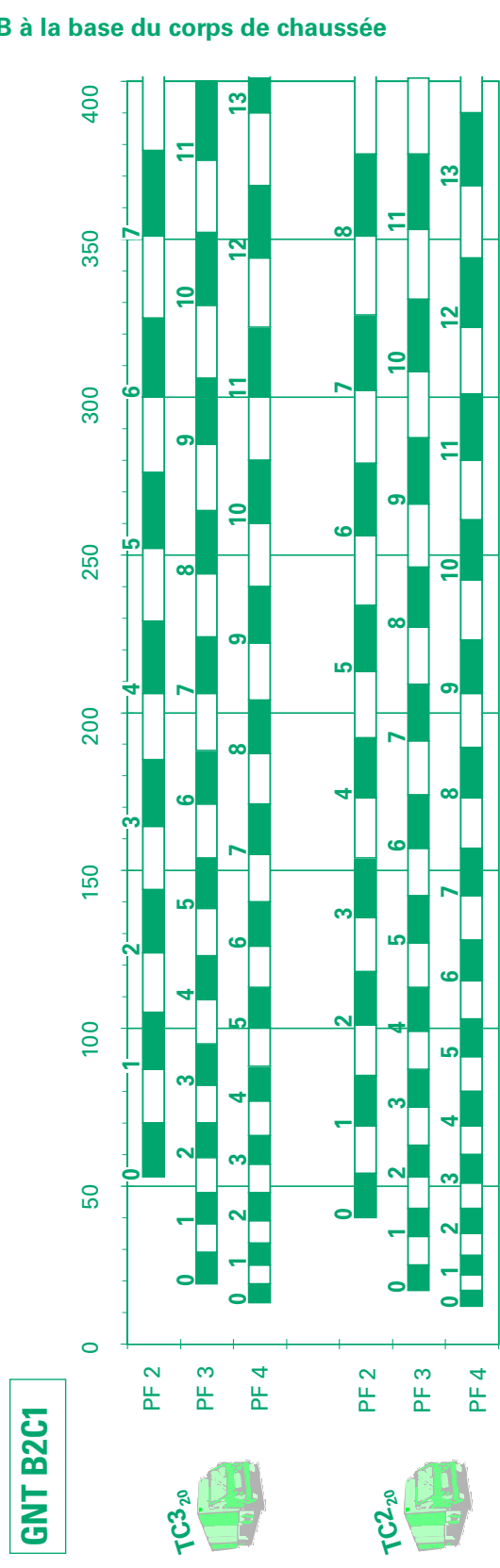


Abaque pour la détermination de l'indice de gel admissible IA de la chaussée

GNT B2C2



GNT B2C1



CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEES NEUVES

L'édition 1998 du catalogue des structures se présente sous la forme de trois fascicules et de deux séries de fiches de structures, une série bleue pour les voies du réseau structurant et une série verte pour les voies du réseau non structurant.

Ce catalogue propose aux ingénieurs responsables de projets routiers plusieurs familles de structures de chaussées précalculées par la méthode française de dimensionnement

Le fascicule intitulé "**Notice d'utilisation**" constitue le mode d'emploi des fiches de structures, sa lecture est donc indispensable à l'utilisateur. La notice d'utilisation explicite la démarche de détermination d'une structure de chaussée et l'illustre au travers de trois exemples d'utilisation.

L'objet du fascicule "**Hypothèses et données de calcul**" est d'explicitier et de motiver les choix qui ont été effectués pour conduire aux structures proposées. On trouvera ainsi dans ce document toutes les valeurs numériques et les hypothèses qui permettent de recalculer les structures.

L'utilisation du catalogue des structures nécessite une bonne connaissance de plusieurs documents techniques relatifs aux chaussées et aux terrassements. Le fascicule intitulé "**Annexes**" propose à l'ingénieur des synthèses sommaires de certains documents techniques qui pourront ainsi l'aider dans l'utilisation de ce document.

CATALOGUE OF STANDARD STRUCTURES FOR NEW PAVEMENTS

The 1998 edition of the pavement structure catalogue is in three parts, with two series of structure sheets, a blue series for structural network roads and a green series for non-structural network roads.

This catalogue offers engineers in charge of road projects several families of pavement structures, pre-designed by the French designing method.

*The part entitled "**Working Guide**" gives instructions for using the structure sheets. It is therefore essential for the user to read it. The Working Guide explains how to determine a pavement structure, which it illustrates through three examples of use.*

*The part "**Design Assumptions and Data**" aims to explain and motivate the choices that have led to the proposed structures. This document accordingly contains all numerical values and assumptions enabling structures to be re-calculated.*

*Using the structure catalogue requires a good knowledge of several technical documents on pavements and earthworks. The part, entitled "**Annexes**", offers the engineer outline summaries of some technical documents that will help him to use the catalogue.*

Les 3 fascicules, les 52 fiches et le boîtier ne peuvent être vendus séparément.

Ensemble disponible sous la référence **D9828**
au prix de **300 F**.

au bureau de vente du SETRA

46, avenue Aristide Briand

BP 100

F-92225 BAGNEUX CEDEX

téléphone 01 46 11 31 53

télécopie 01 46 11 33 55

sur internet <http://www.setra.equipement.gouv.fr>

à l'IST-Diffusion – LCPC

58, boulevard Lefebvre

F-75732 PARIS CEDEX 15

téléphone 01 40 40 52 26

télécopie 01 40 43 54 95

sur internet <http://www.lcpc.fr>