Direction de la Voirie Voirie Qualité Unité Laboratoire (VQL)

GUIDE TECHNIQUE

DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEES COMMUNAUTAIRES

FASCICULE 2

DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES
DE CHAUSSEES NEUVES
ET ELARGISSEMENTS DES VOIES

Élaboration du guide technique en 1994 par :

C. BABILOTTE et C. SOULIE CETE DE LYON

Nouvelle mise en page en 1998 par :

C. BERDIER INSA – EDU Collaboration en 1994, 1998 & 2009 de :

J. RAMPIGNON

Grand LYON - DV - VQ Laboratoire



SOMMAIRE

NTRODUCTION	4
1 - LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES	_
DE CHAUSSEES NEUVES ET ELARGISSEMENTS DES VOIES	
1.1 - La vocation de la voie	
1.1.1 - Les voies de transit, interurbaines ou périurbaines et les voies de Z.I	
1.1.2 - Les voies de liaison, structurantes ou pénétrantes	
1.1.4 - Les voies de distribution	
1.1.5 - Les voies de lotissement et les voies rurales	
1.2 - Le trafic de dimensionnement (NF P 98-080-1)	
1.2.1 - Les classes de trafic Poids Lourds (PL)	9
1.3 - L'Agressivité du trafic PL et le coefficient d'agressivité (NF P 98-080-1)	11
1.4 - La durée de service	11
1.5 - Le classement géotechnique des sols naturels (NF P 11-300)	11
1.5.1 - Les paramètres de nature	12
1.5.2 - Les paramètres de comportement mécanique	14
1.5.3 - Les paramètres d'état	14
1.6 - L'état hydrique du sol naturel support	16
1.7 - La vérification au gel/dégel (NF P 98-086)	17
2 - LE DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE	19
2.1 - La conception d'une chaussée neuve ou d'un élargissement	19
2.1.1 - Etape n° 1 : La conception de la plate-forme support de chaussée (PFSC)	21
2.1.1.1 Phase n° 1 : La partie supérieure des terrassements (PST)	22
21.1.2 - Phase n° 2 : Le dimensionnement de la couche de forme	28
2.1.2 - Tableaux récapitulatifs des épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre pour la couche de forme	36
2.1.3 - Etape n° 2 : La conception du corps de chaussée	40
2.1.3.1 - Phase n° 3 : Le dimensionnement des couches d'assise	45
2.1.3.2 - Phase n° 4 : Le type de revêtement pour la couche de roulement et son dimensionnement	

2.1.4 - Etape n° 3 - La vérification au gel/dégel	50
2.1.4.1 - Les paramètres	51
2.1.4.2 - Exemples de vérification au gel	58
2.1.5 - Les planches de structures pour le corps de chaussées neuves	64
2.2 - La réalisation d'une chaussée neuve	86
2.2.1 - Etape n° 1 : La réalisation de la plate-forme support de chaussée	87
2.2.2 - Etape n° 2 : La réalisation du corps de chaussée	88
2.2.3 - Etape n° 3 : La réception du chantier	89
2.2.4 L'archivage	89
3 - LES STRUCTURES PARTICULIERES	90
3.1 - Les voies spécialisées pour le transport en commun	90
3.2 - Les aires de stationnement pour poids lourds	93
3.3 - Les trottoirs et les pistes cyclables	93
3.4 - Les planches de structures particulières	95
4 - ANNEXES	99
5 - GLOSSAIRE	103
6 - RIBI IOGRAPHIE	106

INTRODUCTION

Jusqu'aux années 1950, le dimensionnement des chaussées souples, la quasi-totalité des chaussées françaises, procédait d'une démarche empirique menée par analogie avec les structures déjà construites. C'est en fait à la fin de la seconde guerre mondiale que l'intérêt des ingénieurs français pour une approche mécanique du dimensionnement des chaussées s'est affirmé.

Ainsi donc, le dimensionnement d'une chaussée neuve ou l'élargissement d'une voie fait intervenir sept paramètres dont certains permettent de déterminer le comportement mécanique de la future chaussée et d'autres sa tenue en phase de dégel. Le premier chapitre de ce fascicule est consacré à la présentation de ces paramètres fondamentaux.

Au chapitre deux, la démarche de dimensionnement sera explicitée à travers deux grands aspects :

- la conception,
- la réalisation,

A l'issu de ce chapitre, le dimensionnement de quelques structures particulières, telles les voies spécialisées pour le transport en commun, les aires des stationnements pour poids lourds, etc, sera traité au chapitre 3 du Guide technique.

1 - LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEES NEUVES ET ELARGISSEMENTS DES VOIES

Le dimensionnement d'une **chaussée neuve ou l'élargissement** d'une voie fait intervenir les paramètres suivants :

- la vocation de la voie,
- le trafic poids lourds (PL),
- l'agressivité du trafic PL et le coefficient d'agressivité,
- la durée de service.
- le classement géotechnique des sols naturels,
- l'état hydrique du sol support sensible à l'eau,
- le type d'hiver et l'indice de gel,
- la vérification au gel/dégel.

1.1 - La vocation de la voie

Pour chaque catégorie de voie communautaire, il existe une relation entre la situation géographique (centre ville, périphérie, zone rurale, ...) la vocation de la voie et la présence plus ou moins importante de réseaux enterrés. En effet, les voies de transit, interurbaines ou périurbaines comportent beaucoup moins de réseaux enterrés que n'en comportent les voies de desserte ou de distribution par exemple. Ce paramètre a une incidence non négligeable sur la politique d'investissement/entretien du fait du risque beaucoup plus faible d'interventions sur les réseaux par l'intermédiaire de tranchées. En conséquence, on aura naturellement tendance à effectuer des travaux routiers plus durables sur les voiries moins sujettes à interventions sur les réseaux enterrés.

C'est ainsi que les voies communautaires sont classées d'après leur vocation en **5 grandes** catégories :

- les voies de transit, interurbaines ou périurbaines et les voies de Z.I.,
- les voies de liaison, structurantes ou pénétrantes,
- les voies de distribution,
- les voies de desserte,
- les voies de lotissement et les voies rurales.

6

2009

1.1.1 - Les voies de transit, interurbaines ou périurbaines et les voies de Z.I.

Ce sont des voies situées en périphérie d'agglomérations, avec une vocation de trafic de

transit, au sein de la Communauté urbaine. Elles peuvent relier deux ou plusieurs pôles d'activité

ou encore jouer un rôle de rocade (contournement des centres urbains) ou desservir des Zones

Industrielles (ZI) importantes.

Exemples: boulevard urbain Est (BUE); accès à la Z.I. de CORBAS.

Elles possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le trafic, et notamment le trafic poids lourds (PL), peut être relativement important à très

important, les véhicules de transport en commun (TC) y sont proportionnellement peu

nombreux.

- Les accès riverains sont peu nombreux.

Les réseaux enterrés sont également peu nombreux et les interventions très faibles.

De ce fait, pour ces voies, une politique d'investissement relativement lourd sera retenue

pour permettre de réduire d'autant le coût de l'entretien.

(Durée de service de calcul : 15 ans)

1.1.2 - Les voies de liaison, structurantes ou pénétrantes

Comme leurs noms l'indiquent, ces voies permettent à la fois de structurer l'agglomération,

tout en assurant des liaisons internes à celle-ci. Par opposition aux voies de distribution et de

desserte présentées ci-après, elles n'ont pas pour vocation la desserte, fine ou non des guartiers.

Elles sont situées en zone agglomérée et traversent celle-ci du Nord au Sud ou d'Est en Ouest.

Exemples: avenue Lacassagne; rue Garibaldi; au sud du cours Vitton; avenue Berthelot; quais

du Rhône et de la Saône à LYON; cours Emile Zola à VILLEURBANNE,

Elles possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le trafic peut être moyen à très important, avec une proportion de véhicules lourds très

variable.

- Le pourcentage de véhicules de transport en commun (TC), parmi les poids lourds peut

être relativement important.

- Les réseaux enterrés peuvent être nombreux.

C'est pourquoi, pour ces voies, la politique retenue sera plus axée vers l'entretien avec un

investissement initial moindre.

(Durée de service de calcul : 8 à 10 ans)

7

1.1.3 - Les voies de distribution

Ces voies ont pour vocation d'assurer, en zone urbanisée, « l'irrigation » des quartiers à partir des voies structurantes. Elles n'ont pas pour vocation principale ou unique la desserte fine des riverains.

Exemples: rue Baraban; rue Vaubecour; rue Challemel-Lacour à LYON; rue de Margnoles à CALUIRE; rue de la Pagère à BRON; rue Voltaire à PIERRE- BENITE.

Elles possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le trafic modéré avec une proportion de véhicules lourds relativement faible et souvent de faible taille, exceptionnellement de gros tonnages (livraisons), donc peu agressifs pour les corps de chaussées
- La circulation de véhicules de transport en commun (**TC**) peut être modérée.
- Les réseaux enterrés peuvent être nombreux.

Pour ces voies, la politique sera également axée vers un investissement initial réduit.

(Durée de service de calcul : 8 à 10 ans)

1.1.4 - Les voies de desserte

Ces voies ont pour vocation principale, ou unique, en zone urbanisée, la desserte fine des riverains à l'intérieur du quartier.

Toutefois, les voies internes aux lotissements sont exclues ainsi que les voies rurales, qui font l'objet d'une classification distincte.

Exemples: rue David à LYON; rue des Fleurs à VILLEURBANNE; rue Pierre Curie à BRON.

Elles possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le trafic général est très modéré, avec seulement quelques véhicules lourds; toutefois ceux-ci peuvent être de toute taille, de camionnette de livraison au gros porteur occasionnel d'hydrocarbures pour chauffage collectif, au service de ramassage des ordures ménagères.
- Il n'y a pas, a priori, de circulation de véhicules de transport en commun (TC)
- Les réseaux enterrés sont les plus souvent nombreux.

Pour ces voies, la politique sera également axée vers un investissement initial réduit.

(Durée de service de calcul : 8 à 10 ans)

1.1.5 - Les voies de lotissement et les voies rurales

Cette catégorie concerne uniquement les voies internes aux lotissements et les voies à vocation strictement rurale. Ces dernières sont en dehors des zones agglomérées et ont pour vocation principale ou unique la desserte fine des propriétés agricoles.

Elles possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le trafic est très modéré, avec seulement quelques véhicules lourds; toutefois ceux-ci peuvent être de toute taille, de la camionnette de livraison au gros porteur isolé. Bien souvent, le trafic lourd est constitué essentiellement du service de ramassage des ordures ménagères et des livraisons de fioul domestique pour les voies de lotissement et d'engins agricoles parfois lourds pour les voies rurales.
- Là non plus, il n'y a pas a priori, de circulation de véhicules de transport en commun.
- Les interventions sur réseaux enterrés sont en général réduites.

C'est pourquoi, pour ces voies, la politique sera orientée vers un investissement initial relativement important, eu égard au faible trafic avec un entretien réduit.

(Durée de service de calcul : 15 ans)

De manière générale, l'ensemble des critères de classification des différentes catégories de voies peut être résumé suivant le schéma ci-dessous.

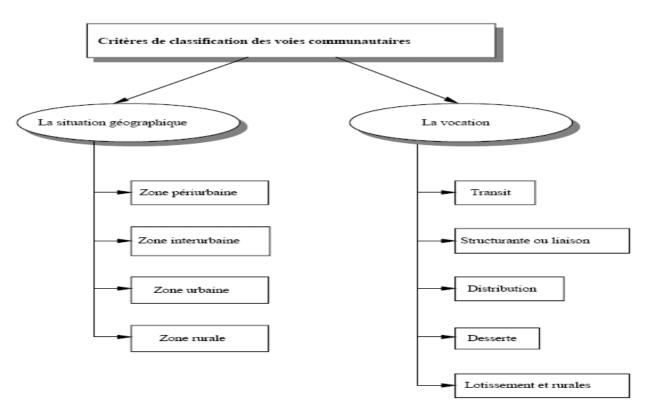


Figure n° 1 : SCHÉMA DE SYNTHÈSE DES CRITÈRES DE CLASSIFICATION DES VOIES COMMUNAUTAIRES

1.2 - Le trafic de dimensionnement (NF P 98-080-1)

Le trafic exprime pour une voie de circulation le nombre de passages de véhicules dans une période déterminée et pour une voie de circulation.

Les chaussées sont dimensionnées par rapport au trafic poids lourds (PL), car seuls les véhicules lourds, plus de 50 KN ou 5 Méga grammes (Mg) ou 5 tonnes de charge utile (CU), soit environ plus de 90KN ou 9 Méga grammes (Mg) ou 9 tonnes de poids total en charge autorisé (PTCA), ont un effet significatif sur la fatique des chaussées.

Cet effet est très largement fonction de la charge par essieu des véhicules : un essieu chargé à 130KN ou 13 Méga grammes (Mg) ou 13 *tonnes* est en moyenne 4 à 5 fois plus agressif qu'un essieu chargé à 100 KN ou 10 Méga grammes (Mg) ou 10 *tonnes*.

Les **véhicules légers** par contre ont un effet négligeable sur les chaussées, ils provoquent uniquement une usure de la couche de roulement et éventuellement une pollution de celle-ci.

Ainsi donc, le seul trafic qui sera prix en compte est le trafic lourd : utilitaires et transport en commun (TC)

1.2.1 - Les classes de trafic poids lourds

La classe de trafic (Ti) est déterminée à partir du trafic poids lourds (P.T.C.A. > 35 KN ou 3,5 Méga grammes (Mg) ou 3,5 tonnes) journalier moyen (MJA) de la voie la plus chargée pendant l'année de mise en service.

P.T.C.A. = Poids Total en Charge Autorisé

Remarque:

Il s'agit de poids lourds, au sens du Code de la Route : **P.T.C.A.** supérieur ou égal à 35 KN ou 3,5 Méga grammes (Mg) ou 3,5 *tonnes* et de véhicules de transport en commun (TC)

On distingue donc, six classes de trafic en fonction du nombre total de poids lourds :

- soit par voie de circulation,
- soit sur la voie la plus chargée,
- soit sur la voie concernée,

Les classes de trafic Poids Lourds (PL)	La Moyenne Journalière Annuelle (MJA)			
ТО	T0 ≥ 750 PL/jour/sens			
T1	300 PL/jour/sens ≤ T1 < 750 PL/jour/sens			
T2	150 PL/jour/sens ≤ T2 < 300/jour/sens			
Т3	50 PL/jour/sens ≤ T3 < 150 PL/jour/sens			
T4	25 PL/jour/sens ≤ T4 < 50 PL/jour/sens			
Т5	T5 < 25 PL/jour/sens			

Tableau n° 1: LES CLASSES DE TRAFIC POIDS LOURDS PAR JOUR ET PAR SENS

Les classes de trafic les plus élevées **T0** et **T1** ne peuvent se rencontrer que sur les voies les plus importantes :

- **T0** sur les voies de transit interurbaines ou périurbaines et les voies de Z.I.,
- T1 sur ces mêmes voies ainsi que sur les voies de liaison ou structurantes.

A l'opposé, sur les voies de desserte, de lotissement et les voies rurales, les 2 seules classes rencontrées sont **T4** et **T5**.

		Trafic poids lourds en MJA (1)					
		750 300 150 50 25					
	Transit interurbaine péri-urbaine	Т0	Т1	Т2	Т3		
je.	Liaison structurante		Т1	Т2	Т3	T4	
Vocation de la voie	Distribution				Т3	T4	Т5
Vocati	Desserte					T4	Т5
	Lotissement rurale					T4	Т5

Tableau n° 2 : LES CLASSES DE TRAFIC PL RETENUES POUR LES DIFFÉRENTES VOCATIONS DE VOIES

(1) MJA: Moyenne Journalière Annuelle par sens de circulation

1.3 - L'agressivité du trafic et le coefficient d'agressivité (NF P 98-080-1)

Pour dimensionner une chaussée on doit également tenir compte de l'agressivité du trafic qu'elle subit. Cette agressivité est due en grande partie au passage des véhicules poids lourds.

On définit donc, successivement : l'agressivité, l'agressivité d'un essieu d'un poids lourd, d'un trafic et enfin le coefficient d'agressivité.

Le terme agressivité désigne les dommages causés à une chaussée par le passage d'un ou plusieurs essieux.

L'agressivité d'un essieu est le dommage relatif causé à un type de chaussée donné par le passage d'un ou plusieurs essieux de poids P rapporté à l'essieu standard de référence (1).

L'agressivité d'un poids lourd, c'est la somme arithmétique des agressivités des essieux du poids lourd.

L'agressivité d'un trafic c'est la somme arithmétique des agressivités de l'ensemble des poids lourds passant sur une chaussée.

Le coefficient d'agressivité permet de déterminer par une méthode simplifiée de calcul d'une chaussée, l'agressivité d'un trafic de poids uniquement par le nombre de passages de poids lourds sans connaître les charges par essieu.

Ce coefficient est déterminé empiriquement, jusqu'à ce jour.

1.4 - La durée de service

On définit la durée de service, comme la durée pour laquelle l'ouvrage réalisé n'entraînera aucun **entretien structurel**.

1.5 - Le classement géotechnique des sols naturels

Les sols en place sont des matériaux naturels, constitués d'éléments granulaires pouvant se séparer aisément par simple trituration ou éventuellement sous l'action d'un courant d'eau. Ainsi, la détermination de la classe géotechnique du sol en place, s'effectue selon la norme NF P 11-300 à partir d'essais de laboratoire pratiqués sur un prélèvement représentatif de ce dernier effectué sur site dans des conditions adéquates.

(1) En France l'essieu de référence est l'essieu isolé de 130 KN à roues jumelées.

A partir de ce classement appelé communément GTR (Guide Technique Routier), on distingue quatre grandes classes géotechniques de sol naturel présentant des propriétés spécifiques ainsi que des comportements mécaniques et gélifs prévisibles dans le temps :

- La classe A : <u>les sols fins</u>
 Cette classe contient quatre sous classes : A1, A2, A3, A4;
- La classe B : les sols sableux et graveleux avec fines
 Cette classe contient six sous classes : B1, B2, B3, B4, B5, B6;
- La classe C : les sols comportant des fines et des gros éléments

 Cette classe contient deux sous classes : C1, C2 qui s'associent pour la fraction 0/50mm aux classes A1, A2, A3, A4 ou B1, B2, B3, B4, B5, B6.
- La classe D : <u>les sols insensibles à l'eau</u> Cette classe contient **trois sous classes** : **D1, D2, D3 ;**

L'ensemble de ces matériaux se retrouve le plus souvent dans la réalisation d'une chaussée neuve ou d'un élargissement, notamment au niveau de la partie supérieure des terrassements (PST)

Cette classification géotechnique ainsi obtenue est basée essentiellement sur des conditions de réutilisation du sol naturel et repose sur des paramètres de nature, de comportement mécanique et d'état jugés représentatifs.

1.5.1 - Les paramètres de nature

On distingue deux paramètres de nature :

- la granularité
- l'argilosité.

1 - La granularité (norme : NF P 94-056)

La granularité est un paramètre permettant de classer les sols naturels d'après la dimension des éléments qu'ils contiennent. On retient trois seuils pour la classification :

- le **Dmax à 50 millimètres** : c'est la dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le sol. Il permet de faire la scission entre les sols de classe **Ai**, **Bj**, **D1**, **D2** et les sols de classe **C1**, **C2** ou **D3**.
- Le tamisât à 0,08 millimètre ou passant à 80 microns (80μm) permet de distinguer les sols riches en fines et d'évaluer par la suite leur sensibilité à l'eau.
- Le **tamisât à 2 millimètres** ou passant à 2mm permet de distinguer les sols à tendance sableuse, des sols à tendance graveleuse.

Symbole de la Granulométrie	Unité
G	mm (dimension de la maille du tamis)

2 - L'argilosité

Pour caractériser l'argilosité des sols on utilise deux paramètres :

- l'indice de plasticité (lp),
- la valeur au bleu de méthylène du sol (VBS)

a) L'indice de plasticité (lp) (norme : NF P 94-051)

L'indice de plasticité (**Ip**) est la différence entre les valeurs de limites de liquidité (**WL**) et de plasticité (**Wp**)

$$Ip = WL - Wp$$

Symbole de l'Indice de plasticité	Unité
lp	%

De manière générale l'indice de plasticité (**Ip**) est plus sensible que la valeur au bleu (**VBS**) quand on est en présence d'un sol vraiment argileux. C'est à la fois un paramètre d'identification et de comportement du matériau argileux.

b) La valeur au bleu de méthylène du sol (VBS) (norme : NF P 94-068)

Cette valeur est déterminée par l'essai au bleu de méthylène. Elle est mesurée sur la fraction 0/5mm et exprime en grammes de bleu par cent grammes de la fraction 0/50mm du sol sec étudié, elle est notée « **VBS** ».

Symbole de la Valeur au Bleu d'un Sol	Unité
VBS	g de bleu/100g de sol sec

On peut considérer que la valeur au bleu révèle la présence d'argile et exprime globalement la quantité de celle-ci contenue dans l'échantillon de sol analysé.

1.5.2 - Les paramètres de comportement mécanique

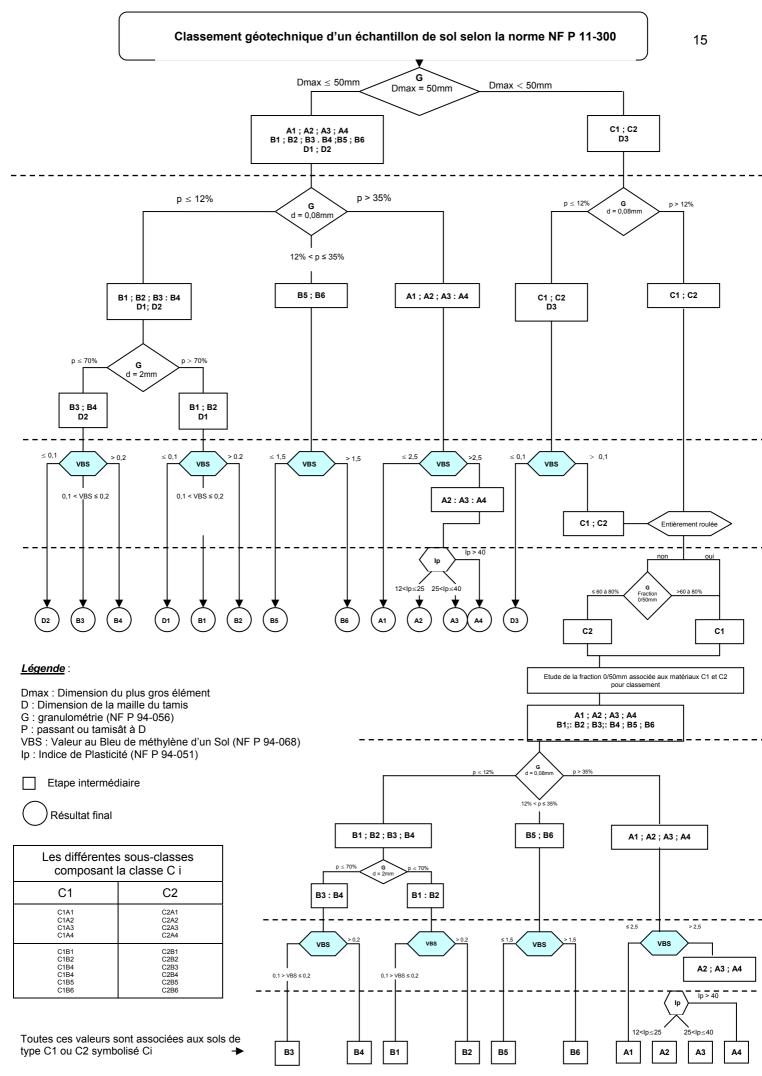
Ces paramètres sont pris en compte pour déterminer l'ARase (**AR**) et la Partie Supérieur des Terrassements (**PST**) mais également dès lors que l'on veut juger de l'utilisation possible du sol naturel en place en couche de forme.

1.5.3 - Les paramètres d'état

Ils dépendent de l'environnement hydrogéologique du site. On retient généralement l'état hydrique comme seul paramètre d'état.

Enfin, la panoplie habituelle des essais géotechniques sur les matériaux constituant la PST ou destinés à être utilisés en couche de forme (analyse granulométrique, valeur au bleu, indice de plasticité,...), permet la classification géotechnique selon la norme NF P 11-300.

Une synthèse de cette classification des sols naturels est présentée dans l'algorithme de la page suivante.



1.6 - L'état hydrique du sol naturel support

En plus du classement géotechnique du sol, l'état hydrique joue un rôle essentiel au niveau des possibilités de réutilisation des matériaux et au niveau de l'obtention de la qualité de compactage des matériaux constituant le sol naturel en place. La norme NF P 11-300 considère cinq états hydriques définis comme suit :

- L'état hydrique très humide (th) : c'est un état d'humidité très élevée ne permettant plus la réutilisation du sol dans des conditions technico-économiques normales.
- L'état hydrique humide (h): c'est un état d'humidité élevée autorisant toutefois la réutilisation du sol à condition de respecter certaines dispositions particulières (aération, traitement...) estimées comme normales dans le contexte technico-économique actuel.
- L'état hydrique moyen (m): c'est l'état d'humidité optimal correspondant à l'Optimum
 Proctor (minimum de conditions à respecter à la mise en œuvre)
- L'état hydrique sec (s) : c'est un état d'humidité faible mais autorisant encore la mise en œuvre en prenant des dispositions particulières (arrosage, sur compactage,...) estimées comme normales dans le contexte technico-économique actuel.
- L'état hydrique très sec (ts) : c'est un état d'humidité très faible n'autorisant plus la réutilisation du sol dans des conditions technico-économiques normales. Cet état hydrique est peu courant sous nos latitudes.

Les cinq états hydriques définis précédemment sont résumés dans le schéma ci-dessous (figure 2) :

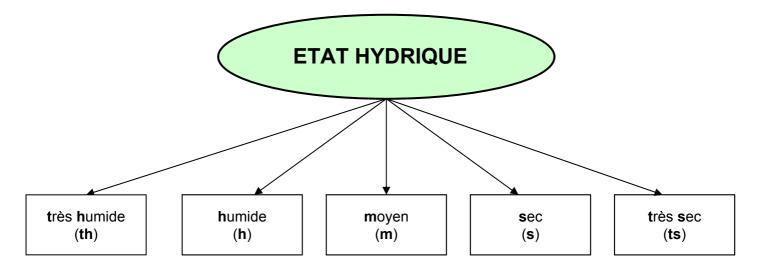


Figure n° 2: LES CINQ ETATS HYDRIQUES

Pour caractériser l'état hydrique d'un sol, on retient l'un de ces paramètres :

- la teneur en eau naturelle (NF P 94-050), associée à l'étude Proctor normal (NF P 94-093)
- l'indice portant immédiat (NF P 94-078)
- l'indice de consistance (NF P 94-051)

L'état hydrique du sol naturel en place peut être influencé par les éléments suivants :

- les conditions hydrogéologiques (nappe),
- les conditions météorologiques lors du chantier de terrassements

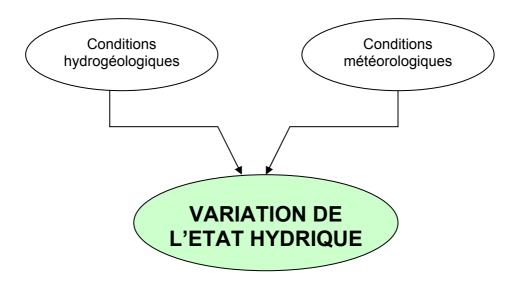


Figure n°3: LES FACTEURS INFLUENCANT L'ETAT HYDRIQUE D'UN SOL NATUREL

1.7 - La vérification au gel/dégel (NF P 98-086)

L'appréciation de la tenue de la chaussée lors des phases gel/dégel est établie par une vérification menée séparément et après l'étude de la tenue mécanique sous trafic poids lourds.

Pour pratiquer cette vérification, il est indispensable de retenir certaines définitions tirées de la norme (NF P 98-080-1), en l'occurrence :

- **L'hiver de référence**, c'est l'hiver contre les effets duquel on désire protéger une chaussée pour une région donnée.
- L'hiver rigoureux exceptionnel, c'est l'hiver le plus rigoureux rencontré dans la période pour laquelle on dispose de statistiques complètes. Il correspond au plus fort indice de gel relevé.
- L'indice de gel ou indice de gel atmosphérique de référence IR (voir annexe n° 1), caractérise la rigueur de l'hiver de référence. Il exprime en degrés Celsius par jour (°C.j)

Il correspond, pour un lieu et une période donnés, à la valeur absolue de la somme des températures moyennes journalières négatives.

L'indice de gel admissible correspond à une limite en deçà de laquelle les phénomènes de perte de portance et de gonflement sont suffisamment modérés pour qu'il n'apparaisse pas de désordre et qu'il n'y ait pas lieu d'introduire de restriction de circulation.

Pour une chaussée, l'indice de gel admissible (IA) correspond à l'indice de gel atmosphérique que peut supporter chaque année une chaussée sans subir un endommagement excessif sous l'action du trafic en **période de dégel**.

C'est grâce aux sept paramètres de dimensionnement présentés dans ce chapitre que l'étude de la tenue mécanique dans le temps de la future chaussée sous trafic particulièrement poids lourds (**PL**) et de son comportement en période de dégel sous les sollicitations routières sera réalisée.

Au chapitre suivant, une démarche de dimensionnement faisant intervenir l'ensemble de ces paramètres sera proposée.

2 - LE DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE (NF P 98-086)

Le dimensionnement structurel étudié dans ce fascicule repose sur une démarche rationnelle basée sur un ensemble de paramètres fondamentaux décrits précédemment.

Ainsi donc au cours de cette démarche, on distinguera deux aspects :

- la conception,
- la réalisation.

L'aspect conception se rapporte à l'étude préalable du projet, qui déterminera les conditions de faisabilité de ce dernier.

La réalisation par contre correspond à la concrétisation du projet ou encore au chantier.

2.1 - La conception d'une chaussée neuve ou d'un élargissement

Le stade conception correspond à l'étude préliminaire du projet. Elle comprend 3 grandes étapes :

- l'étape 1 : la conception de la plate-forme support de chaussée,
- l'étape 2 : la conception du corps de chaussée,
- l'étape 3 : la vérification au gel/dégel par calcul de la future structure de chaussée.

L'algorithme de la page suivante résume toutes les étapes de cette démarche.

La conception d'une chaussée neuve ou d'un élargissement : les grandes étapes

Intervention du laboratoire pour l'analyse géotechnique des sols naturels **ETAPE N°1** Phase n° 1 (voir p22) Conception de la plate-forme Identification de la partie supérieure des terrassements support de chaussée ou **PST PFSC** Phase n° 2 (voir p28) Le dimensionnement de la couche de forme ou CdF Phase n° 3 (voir p45) Le dimensionnement des couches d'assise ou **ETAPE N°2** CA Conception du corps de chaussée ou CC Phase n° 4 (voir p46) Type et dimensionnement de la couche de roulement ou **CR ETAPE N°3** Phase n° 5 (voir p50) La vérification au gel/dégel de la La vérification au gel de la structure de chaussée structure de chaussée

2.1.1 - Etape n° 1: La conception de la plate-forme support de chaussée (PFSC)

Avant la conception de la plate-forme, le laboratoire doit intervenir pour effectuer des sondages et des prélèvements de sols naturels en place, dans le but de les analyser et les classer suivant la norme NF P 11-300 ; puis de définir le couple PST n° i et l'arase ARj. Cette partie sera développée au paragraphe 2.1.1.1.

La plate-forme support de chaussée comprend de bas en haut 3 couches :

- la partie supérieure des terrassements (**PST**), qui concerne le premier mètre environ,
- la couche de forme (CdF),
- la couche de fin réglage (CfR).

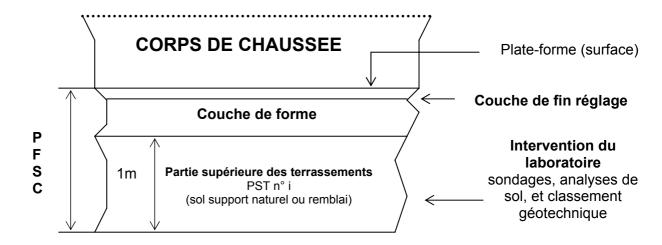


Figure n^4 : SCHEMA DE LA STRUCTURE DE LA PLATE-FORME SUPPORT DE CHAUSSEE (PFSC)

La plate-forme (**PF**) doit répondre aux objectifs suivants :

- garantir une portance à court terme, supérieure à 50MPa, nécessaire à l'obtention de la qualité de compactage ou de densification des matériaux du corps de chaussée, mais également à long terme.
- permettre la traficabilité nécessaire aux engins de chantier.
- assurer la protection de la PST contre les intempéries lors du chantier de construction de la chaussée,
- assurer la protection du sol naturel contre le gel lors d'hiver rigoureux.

Rappel:

La portance de la plate-forme (**PF**) c'est l'aptitude des couches sous-jacentes à résister aux contraintes et aux déformations appliquées par la circulation et transmises par l'intermédiaire des couches supérieures constituant le corps de chaussée.

A **court terme**, la portance de la plate-forme désigne les valeurs estimées ou mesurées sur le chantier lors de la **réalisation**.

A **long terme**, elle désigne les valeurs que l'on retient pour le dimensionnement et que l'on vise lors de la **conception**.

2.1.1.1 - Phase n° 1 : La partie supérieure des terrassements (PST)

1 - La classe de la partie supérieure des terrassements

La détermination de la classe de la partie supérieure des terrassements symbolisée par un numéro n° i (PST) nécessite la connaissance de la classe géotechnique du sol naturel en place et de son état hydrique si ce dernier est sensible à l'eau (norme : NF P 11-300).

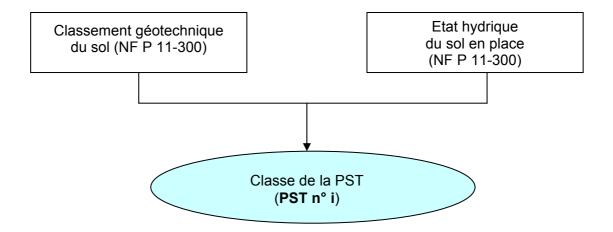


Figure n°5: LES DETERMINANTS DE LA PST n° i

A partir des résultats obtenus précédemment, il sera nécessaire de maintenir ou d'améliorer l'état hydrique des sols naturels in situ.

L'environnement hydrique et ses conséquences sur les performances mécaniques de la **Partie Supérieure des Terrassements (PST)**, conduisent à définir **7 classes** de PST :

- PST n° 0,
- PST n° 1,
- PST n° 2,
- PST n° 3
- PST n° 4
- PST n° 5
- PST n° 6

La première classe de PST, la PST n° 0 représente la plus défavorable. Elle doit faire l'objet d'une opération spécifique de purge localisée, accompagnée parfois de rabattement de nappe ou de traitement à la chaux et/ou au ciment. Cette dernière technique plutôt réservée aux zones périurbaines permet de reclasser la section traitée dans une des classes de PST immédiatement supérieures.

2 - La classe (ARj) de l'arase des terrassements

La classe d'arase est déterminée à partir de l'état hydrique du sol naturel en place. Si l'accès à l'emprise de la future chassée ainsi qu'à l'arase (AR) sont possibles et si les conditions de traficabilité sont remplies, il sera possible de mesurer la portance en place au moyen de l'essai de chargement à la plaque selon la norme NF P 94-117.1 qui reprend en partie le mode opératoire du Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées (LCPC) dans le but de déterminer le module élastique EV2 au second chargement.

En cas d'impossibilité liée à la profondeur de l'arase par rapport au projet ou à sa traficabilité, la portance du sol sera déterminée en laboratoire à partir d'échantillons du sol naturel en place conservés à sa teneur naturelle en eau.

Les classe d'arase ARj	Les Portances du sol naturel support Ps
AR0	Ps < 20 MPa (détermination en laboratoire)
AR1	20 MPa ≤ Ps < 50 MPa (détermination en laboratoire)
AR2	50 MPa ≤ Ps < 120 MPa (détermination en laboratoire)
AR3	120 MPa ≤ Ps < 200 MPa (détermination en laboratoire)
AR4	Ps ≥ 200 MPa (détermination en laboratoire)

Tableau n° 3: CLASSES D'ARASE (ARj) & PORTANCES DU SOL CORRESPONDANTES

Rappel: 1 MPa \cong 10 bars

	SOLS NATURELS SUPPORTS						Portance du sol		
Sols fins	Sols sableux et graveleux avec fines	Sols comportant des fines et des gros éléments	Sols insensibles à l'eau	État hydriques du sol	PST n° i	Classe d'ARase AR j	Ps exprimée en MPa	Commentaire	
A1 ; A2 A3 ; A4	B2 ; B4 ; B5 ; B6	C1	1	th	PST n° 0	AR 0	Ps < 20	Mise en œuvre d'une opération de purge / substitution et/ou de drainage, pour opérer un reclassement de l'arase en AR1	
A1 ; A2 A3 ; A4	B2 ; B4 ; B5 ; B6	C1 ; C2	/	h	PST n° 1	AR 1	20 ≤ Ps < 50	Deux démarches possibles pour passer à une classe d'arase supérieure : - soit un traitement à la chaux, - soit mettre en œuvre une couche de forme en matériau granulaire en intercalant un géotextile anti contaminant	
A1 ; A2 A3 ; A4	B2 ; B4 ; B5 ; B6	C1 ; C2	1	m	PST n° 2	AR 1	20 ≤ Ps< 50	Réalisation d'un rabattement de nappe à une profondeur suffisante si possible, on est alors ramené au cas de la PST n° 3 - la couche de forme est indispensable	
44 40	D0 D4				ВОТ	AR 1	20 ≤ Ps < 50	- Pas de mesure de drainage, - La couche de forme est indispensable AR1	
A1 ; A2 A3 ; A4	B2 ; B4 ; B5 ; B6	C1 ; C2	1	m	PST n° 3	AR 2	50 ≤ Ps < 120	Classement en AR2 si on effectue des dispositions de drainage pour l'évacuation des eaux à la base de la chaussée afin d'éviter leur infiltration AR2	
A1 ; A2 A3 ; A4	B2 ; B4 ; B5 ; B6	C1	1	h	PST n° 4	AR 2	50 ≤ Ps < 120	Traitement durable des matériaux de la PST n° 1 à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Possibilités en fonction du projet de réaliser une couche de forme.	
						AR 2	50 ≤ Ps < 120	Matériaux sableux insensibles à l'eau. Ces valeurs de portance à long terme peuvent être	
/	B1	/	D1	/	PST n° 5	AR 3	120 ≤ Ps < 200	assimilées aux valeurs mesurées à court terme (AR3) La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose pas.	
1	B3	C2	D2 ; D3		PST	AR 3	120 ≤ Ps < 200	Matériaux insensibles à l'eau	
,	55	02	DZ , D3	,	n° 6	AR 4	Ps > 200	(mêmes remarques que précédemment)	

Tableau n° 4 : TABLEAU DE SYNTHESE DES CORRESPONDANCES ENTRE LA CLASSE GEOTECHNIQUE DU SOL, SON ETAT HYDRIQUE ET LA CLASSE DE LA PARTIE SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS (PST n° i) ASSOCIEE A LA CLASSE D'ARASE (ARj)

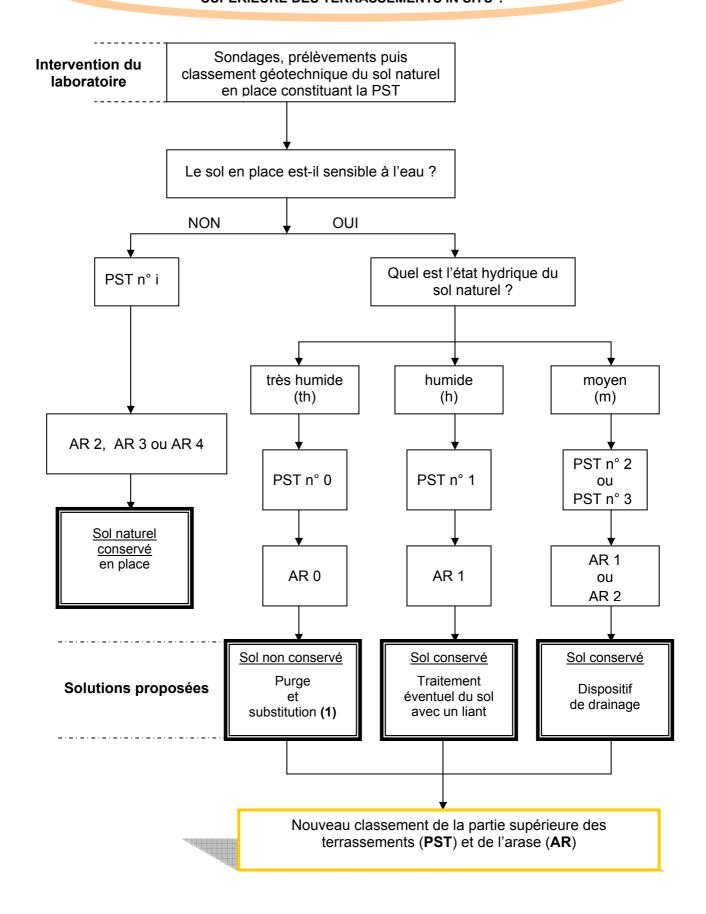
3 - Les conditions de maintien du sol naturel en place

Faut-il maintenir en place le sol naturel au niveau de la PST?

Seuls, les résultats des analyses géotechniques effectuées sur les prélèvements d'échantillons représentatifs de sol naturel en place permettent d'orienter notre démarche.

A partir de la classe géotechnique du matériau constituant la **PST** et de son état hydrique, la prise de décision s'opère selon l'algorithme représenté à la page suivante.

PEUT- ON CONSERVER LE SOL NATUREL CONSTITUANT LA PARTIE SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS IN SITU ?



(1) D'autres solutions peuvent être proposées dans ce cas particulier

4 - Le maintien ou l'amélioration de l'état hydrique du sol naturel (PST)

Pour maintenir l'état hydrique d'un sol support sensible à l'eau on dispose de deux moyens :

- tenir compte des conditions hydrogéologiques du site et météorologiques au cours du chantier, puis en fonction de celles-ci travailler à l'avancement,
- agir sur l'épaisseur et le profil transversal géométrique de la couche de forme, pour constituer un « toit » facilitant l'évacuation des eaux de ruissellement.

Pour améliorer l'état hydrique d'un sol support sensible à l'eau on peut entreprendre **deux types d'actions** :

- effectuer des traitements à la chaux et/ou aux liants hydrauliques,
- prendre des dispositions de drainage.

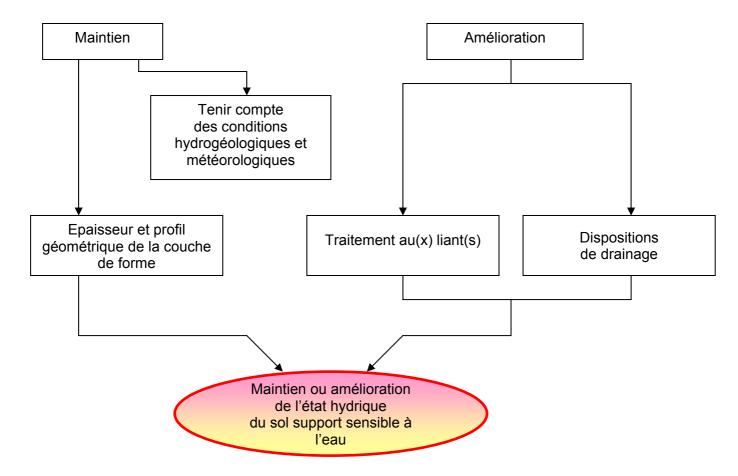


Figure n°6: LES PARAMETRES DU MAINTIEN OU DE L'AMELIORATION DE L'ETAT HYDRIQUE DU SOL SUPPORT SENSIBLE A L'EAU DANS LE TEMPS

2.1.1.2 - Phase n° 2 : Le dimensionnement de la couche de forme

La couche de forme permet d'adapter les caractéristiques du terrain en place ou des matériaux de remblai constituant la **PST** aux caractéristiques mécaniques, géométriques du projet, hydrogéologiques et thermiques du site prises comme contraintes pour la conception de la chaussée. Elle doit répondre à la fois à des objectifs de court terme (permettre la construction du corps de chaussée) et de long terme (garantir la pérennité de l'ouvrage part le biais d'une bonne portance à long terme) Elle doit permettre également par l'homogénéité de sa portance, de réaliser un corps de chaussée d'épaisseur constante sur toute la longueur du chantier.

1 - Les conditions de mise en œuvre d'une couche de forme

La mise en œuvre d'une couche de forme dépend d'une part, de la classe de la **PST** et d'autre part de celle de l'arase. En fonction du couple obtenu (**PST n°i** et **ARj**) la couche de forme n'est pas indispensable.

Ainsi lorsque le sol en place est insensible à l'eau et ingélif (tels que les sols de classe géotechnique : **D2** et **D3**) on ne mettra pas nécessairement en œuvre une couche de forme.

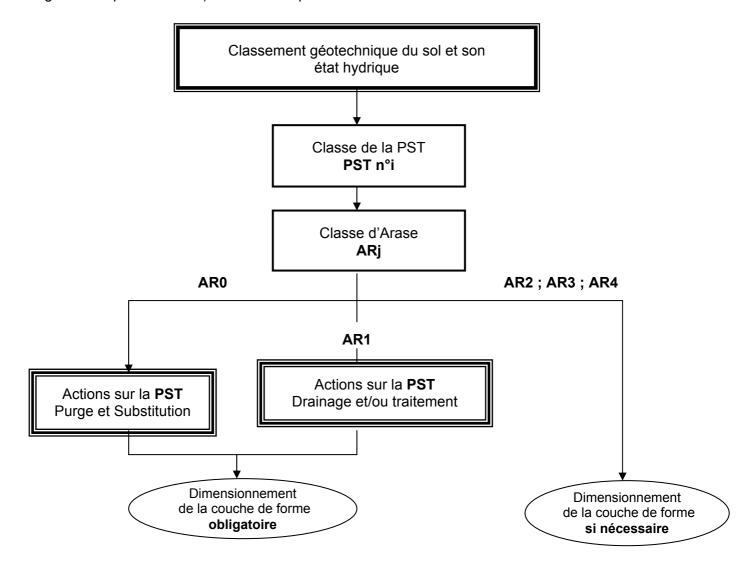


Figure n°7: LA DESCRIPTION DU PROCESSUS DE CHOIX CONDUISANT A LA MISE EN ŒUVRE OU NON D'UNE COUCHE DE FORME

La détermination de l'épaisseur de la couche de forme doit tenir compte de plusieurs paramètres :

- la classe de plate-forme (PFi) visée à long terme,
- la classe géotechnique du matériau qui la constituera

2 - La classe de la plate-forme (PFi) visée à long terme

Les paramètres d'entrée pour la détermination de la plate-forme visée à long terme résultent d'une part, de l'étude géotechnique, incluant la classification des sols, réalisée par le laboratoire et d'autre part, de la classe de la partie supérieure de terrassements (**PST n°i**) et de l'arase (**AR j**).

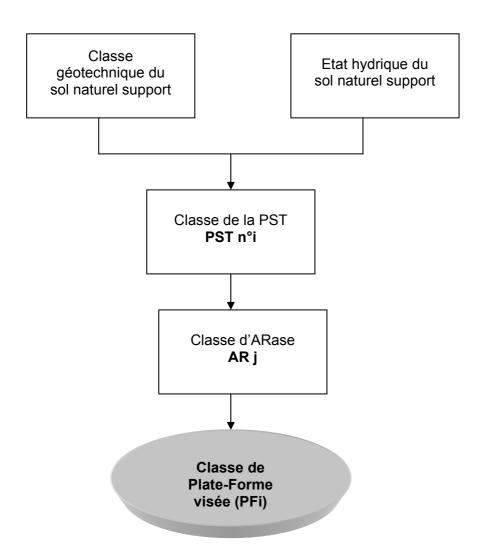


Figure n°8 : LES PARAMÈTRES DE DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE LA PLATE-FORME (PF i) VISÉE À LONG TERME

On retient 4 classes de plate-forme pour la communauté urbaine de Lyon caractérisées par leur portance :

Classe de plate-forme PFi	Portance de la PFi module EV2
PF ₁ ⁺	30 MPa ≤ EV2 < 50 MPa
PF ₂ *	50 MPa ≤ EV2 < 80 MPa
PF ₂ ⁺	80 MPa ≤ EV2 < 120 MPa
PF ₃	120 MPa ≤ EV2 < 200 MPa

Tableau n° 5 : LES CLASSES DE PLATE-FORME ET LEURS VALEURS DE PORTANCE (EV2) CORRESPONDANTES

A partir de la plage de portance du sol (**Ps**) de la classe d'arase (**ARj**) on vise la classe de plate-forme correspondante ou la plage immédiatement supérieure comme le montre la figure n°9 ci-dessous:

ARASE DE TE	RRASSEMENT	PLATE-FORME VISEE		
Classe d'arase ARj	Portance du sol Ps en MPa	Classe de la plate-forme PF i	Module EV2 en MPa	
AR0	Ps < 20	PF ₁ +	30 ≤ EV2 < 50	
Aito	F3 \ 20	PF ₂ *	50 ≤ EV2 < 80	
AR1	20 ≤ Ps < 50	PF ₂ *	50 ≤ EV2 < 80	
AR2	50 ≤ Ps < 120	PF ₂ +	80 ≤ EV2 < 120	
AR3	120 ≤ Ps < 200	PF ₃	120 ≤ EV2 < 200	



Effet « enclume » non obtenu

Tableau n° 6 : LA CLASSE DE PLATE-FORME (PFi) VISEE EN FONCTION DE LA PORTANCE DU SOL (Ps) ET DE L'ARASE DE TERRASSEMENT (ARj)

Si la classe d'arase correspond à AR0 ou AR1 on vise à long terme la classe de plate-forme immédiatement supérieure, c'est-à-dire la **PF2***. Par contre pour les autres classes d'arase : AR2, AR3 et AR4, on visera la classe de plate-forme égale ou immédiatement supérieure. Dans ce dernier cas le choix s'effectuera en fonction d'autres paramètres tels : la vocation de la voie,...

3 - Le type de matériau à mettre en œuvre pour la couche de forme

Pour la mise en œuvre d'une couche de forme, une attention particulière doit accordée au choix du matériau.

Les matériaux choisis doivent satisfaire différents critères :

- insensibilité à l'eau et au gel
- dimension des plus gros éléments (Dmax) à cause de la contrainte de nivellement de la plate-forme (+ ou - 3cm),
- la portance sous circulation des engins de chantier,

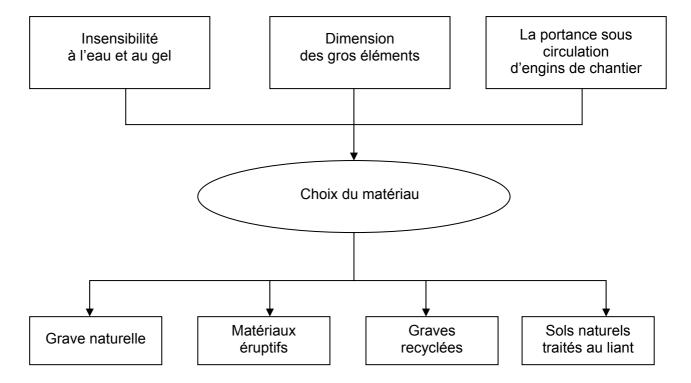


Figure n°9: LES CRITERES AU NIVEAU DES MATERIAUX DE LA COUCHE DE FORME

4 - Epaisseur de la couche de forme

L'épaisseur de la couche de forme dépend de plusieurs paramètres :

- la classe de la PST n° i et de l'arase (ARj),
- la classe de la plate-forme (**PFi**) visée à long terme,
- la classe géotechnique du matériau constituant la future couche de forme.

5 - La mise en œuvre d'un géotextile

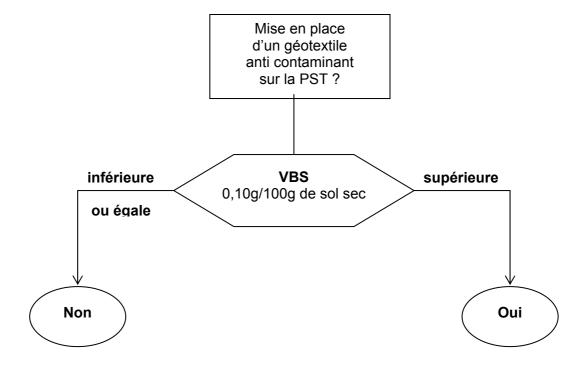
On met en œuvre un géotextile dans deux cas de figure :

- en cas de drainage de l'ouvrage,
- pour stopper les remontées de fines argilo-limoneuses entraînées par l'effet capillaire.

Lorsqu'un drainage de l'arase des terrassements est nécessaire on met en place un géotextile drainant accompagné de l'**implantation d'un exutoire au point bas de l'ouvrage**.

La décision d'installer un géotextile anti-contaminant sera prise en fonction du résultat de la valeur au bleu du sol in situ :

- 1) Si la valeur au bleu du sol (**VBS**) en place ou (**PST**) est inférieure ou égale à 0,10g/100g de sol sec : <u>le géotextile est inutile</u>,
- 2) Si la valeur au bleu (**VBS**) du sol en place (**PST**) est supérieure à 0,10g/100g de sol sec : mise en place d'un géotextile.



Remarque:

La pose d'un géotextile entraîne une diminution de l'épaisseur de la couche de forme.

6 - Le dimensionnement de la couche de forme

Le dimensionnement de la couche de forme s'effectuera selon l'algorithme de la page suivante.

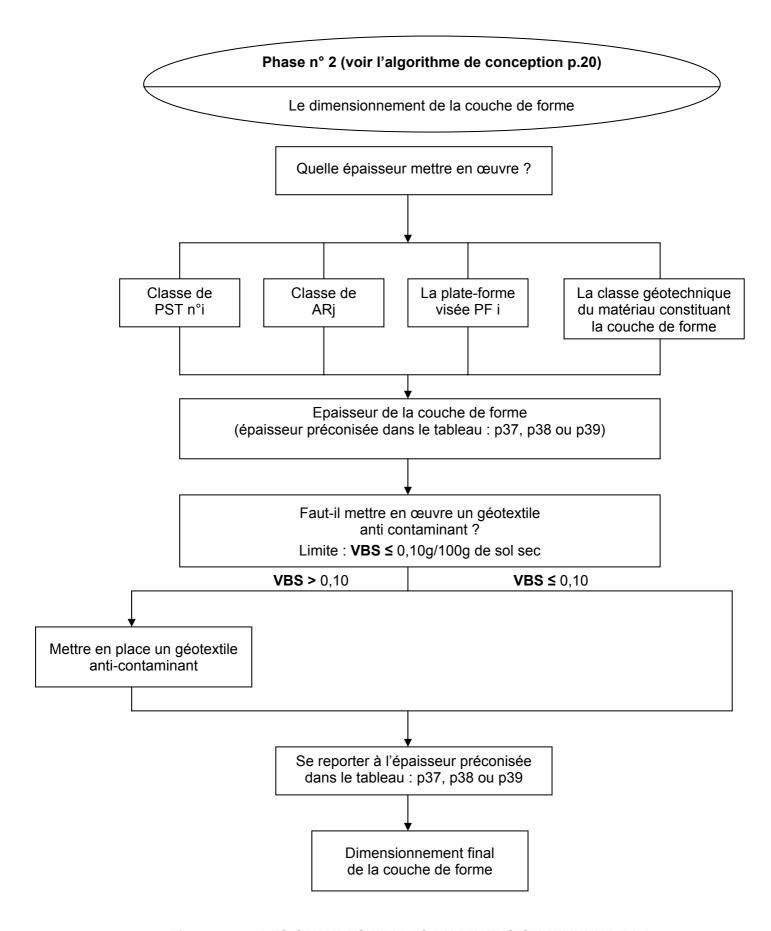


Figure $n^{\circ}10$: LES GRANDES ETAPES DU DIMENSIONNEMENT DE LA COUCHE DE FORME

2009

7 - Exemples de détermination de l'épaisseur de la couche de forme

Selon la nature des matériaux utilisés pour la couche de forme on distingue deux cas de figure :

Cas n° 1 : la couche de forme est réalisée en matériaux alluvionnaires traditionnels ou grave naturelle (GN), appartenant à la classe D3

Etape n° 1 : Rapport du laboratoire

Après les essais géotechniques, le laboratoire fournit les renseignements suivants :

- la classe géotechnique du sol naturel constituant la **PST** est : **B2** (h), il s'agit d'un matériau sensible à l'eau dans un état hydrique humide, d'où :
- PST n° 1,
- la classe d'arase est AR1 qui conduit à la portance du sol (Ps) de l'arase ou fond de forme déterminée à partir du tableau n° 4 (page 24). Si les conditions techniques et géotechniques le permettent, il est <u>possible mais non indispensable</u> de réaliser des essais à la plaque directement sur l'arase ou le fond de forme préalablement préparé pour déterminer le module (EV2) du sol naturel porteur,
- la classe de plate-forme visée : **PF2*** (rappel de la plage : 50MPa ≤ **EV2** < 80MPa)
- la classe géotechnique du matériau constituant la future couche de forme est D31.

Etape n° 2 : Détermination des conditions géotechniques locales

Le chantier de terrassement peut être réalisé en période favorable.

Le tableau 1 - p 37 du paragraphe 2.1.2 ci-après préconise, pour une **PST n° 1** et **AR1**, une couche de forme de 70cm d'épaisseur. Cette épaisseur pourra ici être ramenée à 50cm par la mise en place d'un géotextile au regard de la classe géotechnique du sol naturel : **B2**.

Remarque: L'épaisseur de 70cm de la couche de forme indiquée par le tableau 3 - p 39 pourra être conservée si la présence des réseaux enterrés est dense.

Cas n° 2 : la couche de forme est réalisée avec d'autres matériaux (exemple : matériau rocheux de classe géotechnique R61)

Etape n° 1 : Rapport du laboratoire

Après l'analyse géotechnique, le laboratoire trouve les valeurs suivantes :

- la classe géotechnique du sol naturel constituant la partie supérieure des terrassements est A1 et l'état hydrique est (m),
- les essais à la plaque effectués sur l'arase de terrassement donnent comme module **EV2** = 90 MPa, ou la lecture du tableau n° 4 p 24, si on ne parvient pas à mesurer la portance du sol naturel (**Ps**) sur l'arase ou fond de forme, ce qui correspond dans notre cas à une classe d'arase **AR2**.
- la classe de la PST n° 3,

- la classe géotechnique du matériau rocheux ou éruptif constituant la couche de forme :
 R61 (granit),
- la classe de la plate-forme visée : **PF3** (rappel de la plage 120MPa ≤ **EV2** < 200MPa)

Etape n° 2 : Détermination des conditions géotechniques locales et de leur évolution

Le chantier de terrassement peut être réalisé en **période favorable**, mais les difficultés de réalisation d'un drainage efficace, font craindre une remontée de la teneur en eau des matériaux sensibles de la partie supérieure des terrassements (**PST**). Le laboratoire rattache cette situation à une **PST n° 3** et une arase **AR1**.

Le tableau 3 - p39 du paragraphe 2.1.2 ci-après préconise, pour une **PST n° 3** et **AR1**, une couche de forme en matériau rocheux (granit) de classe géotechnique **R61**, de 80cm d'épaisseur sans géotextile anti-contaminant. Cette épaisseur pourra ici être ramenée à 65cm par la mise en place d'un géotextile anti-contaminant, car le sol fin in situ est limoneux (rappel : **A1 m**)

2.1.2 - Tableaux récapitulatifs des épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre pour la couche de forme

TABLEAU 1: QUELLE PLATE-FORME...AVEC QUELLE EPAISSEUR DE LA COUCHE DE FORME CONSTITUEE EN GRAVE NATURELLE (GN):

Graves alluvionnaires propres **GN** (<u>**D21**</u> et <u>**D31**</u> après calibrage)

ARASE DE	PLATE-FORME		CLASSE DE PLATE-FORME VISEE				
TERRASSEMENT	SUPP	ORT DES TERRASSEMENTS	PF1 +	PF2*	PF2 +	PF3	
	PST n° 1	Matériaux sensibles - Mauvaise portance à court et à long terme	40cm ou géotextile + 25cm	70cm ou géotextile + 50cm	90cm ou géotextile + 70cm		
AR1 20 à 50 MPa	PST n° 2	Matériaux sensibles - Bonne portance à court terme et mauvaise portance à long terme	30cm ou géotextile + 20cm	50cm ou géotextile + 40cm	60cm ou géotextile + 50cm	80cm ou géotextile + 65cm	
	PST	Matériaux sensibles - Bonne portance à court terme. Portance à long terme	20cm	30cm ou géotextile + 20cm	50cm ou géotextile + 40cm	80cm ou géotextile + 65cm	
	n° 3	hypothéquée par une sensibilité aux venues d'eaux pluviales		Couche de fin réglage	30cm	50cm	
AR2 50 à 120 MPa	PST n°4	Matériaux traités à la chaux ou aux liants hydrauliques (1)			30cm	50cm	
	PST n° 5	Plate-forme de bonne portance posant des problèmes de traficabilité				Couche de	
AR2 50 à 120 MPa	PST n° 6	Plate-forme de bonne portance posant des problèmes de traficabilité et/ou de réglage				fin réglage	

Remarque : Les épaisseurs indiquées incluent la couche de fin réglage

(1) avec mise en œuvre d'un enduit de cure destiné à éviter la dessiccation de surface du matériau traité

Effet enclume

TABLEAU 2 : QUELLE PLATE-FORME...AVEC QUELLE EPAISSEUR DE LA COUCHE DE FORME

CONSTITUEE DE DIVERS MATERIAUX NATURELS ?

Classe de plate-forme visée : PF2*

ARASE DE PLATE-FORME SUPPORT DES TERRASSEMENTS		PLATE-FORME SUPPORT		CLASSE GEOTECHNIQUE DES MATERIAUX CONSTITUANT LA COUCHE DE FORME								
		Ai	Bi	Cj / Bi	Ri							
NIQUES	NIQUES		Matériaux sensibles mauvaise portance à court et à long terme		B11 : 80cm ou géotextile : + 65cm B31 : 75cm ou géotextile : + 60cm	(C1, C2) / (B11, B31) : 75cm ou géotextile : + 60cm	R41, R61 : 60cm ou géotextile : + 45cm R42, R62 : 70cm ou géotextile : + 55cm					
GEOTECHNIQUES	AR1	PST n° 2	Matériaux sensibles bonne portance à court terme et mauvaise portance à long terme	35cm aux liants hydrauliques	B11, B31 : 50cm ou géotextile : + 40cm ou 35cm aux liants hydrauliques	(C1, C2) / (B11, B31) : 50cm ou géotextile : + 40cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)	R4, R6 : 50cm ou géotextile : + 40cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)					
S ESSAIS	PST n° 3	Matériaux sensibles bonne portance à court terme. Portance à long terme hypothéquée par une sensibilité aux	ou pour A3 : 50cm à la chaux (2)	B11, B31 : 40cm ou géotextile + 30cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)	(C1, C2) / (B11, B31) : 30cm ou géotextile : + 20cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)	R4, R6 : 40cm ou géotextile : + 30cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)						
ATS DE		piuviales	venues d'eaux	venues d'eaux	venues d'eaux				Couche de fin réglage	B11 , B31 : 30cm ou géotextile : + 20cm	(C1, C2) / (B11, B31) : 30cm ou géotextile : + 20cm	R4, R6 : 30cm ou géotextile : + 20cm
RESULTATS	AR2	PST n°4	Matériaux traités à la chaux ou aux liants hydrauliques (1)									
RES	PST n° 5	Plate-forme de bonne portance posant des problèmes de traficabilité				Couche de fin réglage						

Remarque : Les épaisseurs indiquées incluent la couche de fin réglage

- (1) avec la mise en œuvre d'un enduit de cure destiné à éviter la dissécation des matériaux de surface traités
- (2) mise en œuvre en deux couches

TABLEAU 3: QUELLE PLATE-FORME...AVEC QUELLE EPAISSEUR DE LA COUCHE DE FORME

CONSTITUEE DE DIVERS MATERIAUX NATURELS ?

Classe de plate-forme visée : **PF3**

ARASE	ARASE DE		PLATE-FORME SUPPORT		CLASSE GEOTECHNIQUE DES MATERIAUX CONSTITUANT LA COUCHE DE FORME			
TERRASSEMENT		DE	S TERRASSEMENTS	Ai	Bi	Cj / Bi	Ri	
RESULTATS DES ESSA GEOTECHNIQUES		PST n°1	Matériaux sensibles Mauvaise portance à court et à long terme			(C1, C2) / (B11, B31) : 80cm ou géotextile : + 65cm	R4, R6 : 80cm ou géotextile : + 65cm	
	AR1	PST n° 2	Matériaux sensibles Bonne portance à court terme et mauvaise portance à long terme	35cm aux liants hydrauliques (1) (2) ou pour A3 :70cm à la chaux (2) 35cm aux liants hydrauliques (1) ou pour	B31 : 80cm ou géotextile : +65cm			
		PST	Matériaux sensibles Bonne portance à court terme. Portance à long					
		n° 3	terme hypothéquée par une sensibilité aux venues d'eaux pluviales		B31 : 50cm ou 35cm aux liants	(C1, C2) / (B11, B31) : 50cm ou 35cm aux liants hydrauliques (1)	R4 , R6 : 50cm ou <u>35cm aux liants</u> hydrauliques (1)	
	AR2	PST n°4	I chally oll ally lights I					
				A3 : 50cm à la chaux (2)	hydrauliques (1)		,	
	AR3	PSR n°6	Plate-forme de bonne portance posant des problèmes de traficabilité et/ou de réglage		C	Couche de fin réglage		

Remarque : Les épaisseurs indiquées incluent la couche de fin réglage

- (1) avec la mise en œuvre d'un enduit de cure destiné à éviter la dissécation des matériaux de surface traités
- (2) mise en œuvre en deux couches

2.1.3 - Etape n° 2 : La conception du corps de chaussée

Par rapport à l'algorithme de conception générale page 20, la conception ou le dimensionnement du corps de chaussée comprend deux grandes phases :

- la phase n°3 : le dimensionnement des couches d'assise
- la phase n°4 : le type de revêtement pour la couche de roulement et son dimensionnement.

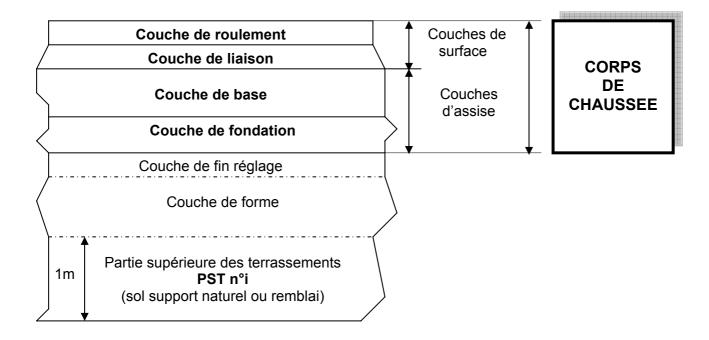


Figure n°11: SCHEMA THEORIQUE DE LA STRUCTURE DU CORPS DE CHAUSSEE

Pour dimensionner le corps de chaussée on tiendra compte de trois paramètres :

- la vocation de la voie (Voc),
- la classe de plate-forme visée à long terme (**PFi**),
- la classe de trafic poids lourds (PL) estimé (Ti),

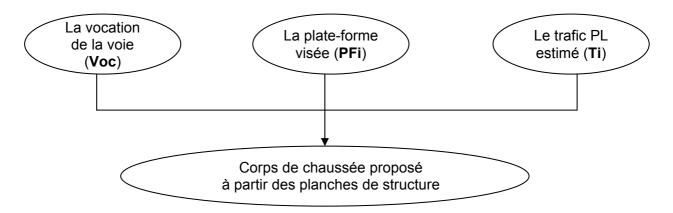


Figure n°12: LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

41

1 - Le choix du corps de chaussée

Pour chaque vocation de voies définie précédemment, il est proposé trois groupes de corps

de chaussée, correspondant à des matériaux différents :

a) Groupe 1

- tout en grave bitume (GB),

- en grave bitume (GB) sur de la grave non traitée (GNT)

b) Groupe 2

- tout en enrobé à module élevé (EME),

- en enrobé à module élevé (EME) sur de la grave non traitée (GNT)

c) Groupe 3

- tout en grave non traitée (GNT)

2 - La règle des équivalences

La plupart des corps de chaussée sont proposés avec une couche de roulement en béton

bitumineux théorique (BB) de 4cm d'épaisseur.

Cette particularité permet au décideur de choisir le type de béton bitumineux le mieux

adapté à la situation tout en appliquant la règle des équivalences afin de respecter les contraintes

mécaniques admissibles.

Ainsi:

2cm BB ≡ 2,5cm BBSG ≡ 2,5cm BBTM ≡ 4cm BBDr ≡ 4cm BBM ≡ 1,5cm GB ≡ 1cm EME

Exemples:

Cas n° 1 : structure théorique proposée

4 BB

9 GB

Le choix de la couche de roulement s'est porté sur un **BBTM**, l'épaisseur préconisée étant 2,5cm cela équivaut à 2cm de **BB** théorique. Or la structure de corps de chaussée proposée impose 4cm de **BB** théorique.

La différence de 2cm environ doit être compensée d'après la règle des équivalences par une **surépaisseur** de 1,5cm de **GB**.

La nouvelle structure du corps de chaussée devient :

Cas n° 2:

Il s'agit ici du même corps de chaussée proposé dans le **cas n°1**, mais le choix de la couche de roulement s'est porté sur un **BBSG** dont l'épaisseur de mise en œuvre préconisée atteint 7cm.

Rappel: 2 BB = 2,5 BBSG d'où 4 BB = 5 BBSG

L'excès de 2cm imposé par les 7cm de **BBSG** doit être compensé d'après la règle des équivalences par une **minoration** de 1,5cm de **GB**.

Le nouveau corps de chaussée sera :

<u>7 BBSG</u> 9 – 1,5 = <u>7,5 G</u>B

3 - Les structures

On distingue trois grandes catégories de structures :

- les structures en grave bitume (GB),
- les structures en enrobé à module élevé (EME)
- les structures souples (BBCS, ESU, etc.)

a) Les structures en grave bitume

Des structures sont proposées pour toutes les catégories de voiries et pour les trafics poids lourds supérieurs à 25 PL/jour/sens (plage de **T4** à **T0**).

Elles sont déterminées en fonction de la classe de trafic poids lourds et pour une classe de plate-forme **PF**.

Deux types de structures de corps de chaussée sont ainsi définis :

- les structures avec <u>fondation en matériau bitumineux</u> (**GB**/<u>**GB**</u>), d'épaisseurs totales réduites, mais s'accommodant mal, en contrepartie, des supports médiocres (portance, résistance au gel)
- les structures avec <u>fondation en matériau non lié</u> (**GB**/<u>**GNT**</u>), d'épaisseurs plus importantes, mais s'adaptant mieux aux supports médiocres.

Pour déterminer les épaisseurs des couches du corps de chaussée, les **règles** d'équivalence décrites précédemment ont été appliquées. Elles le seront également lorsque des corrections d'épaisseurs d'assises seront appliquées.

De manière générale, dans une structure de chaussée **l'épaisseur des couches décroît** du bas vers le haut, ainsi que la granularité 0/D.

b) Les structures en enrobé à module élevé

La démarche est strictement similaire à celle décrite auparavant pour les structures en grave-bitume. S'agissant d'un matériau plus performant, les épaisseurs sont plus faibles mais en contrepartie, les **exigences de portance sont plus fortes sur la plate-forme**, ainsi donc :

- **aucune structure de corps de chaussée** en **EME** ne sera mise en œuvre sur une plateforme de type **PF**₁+
- ces structures sont fortement déconseillées sur une plate-forme de type PF₂*. Elles ne peuvent être envisagées qu'à partir de plate-forme de classe PF₂+.

Des structures sont proposées pour toutes vocations de voies et pour tous trafics supérieurs à 50 PL/jour/sens (plage de **T3** à **T0**), ce qui exclut les voies de desserte, les voies de lotissement et les voies rurales.

Il n'est pas sûr que ce type de structure soit toujours financièrement intéressant par rapport aux structures en grave-bitume (**GB**), et on aura tout intérêt à comparer au cas par cas ces deux types de structures. Cependant, outre le côté financier, la réduction des épaisseurs peut présenter un intérêt en site urbain, du fait des diverses contraintes de niveaux (réseaux, bordures, caniveaux,...)

Remarque: Lors de la réfection définitive de tranchées, les **EME** et les **BBME** ne peuvent être utilisés car leur mis en œuvre doit être mécanisé et la faible quantité nécessaire pour reconstituer le corps de chaussée bitumineux interdit toute fabrication en centrale à enrobés.

c) Les structures souples

Les structures souples comportent une couverture bitumineuse relativement mince (inférieure à 15cm), parfois réduite à un enduit superficiel d'usure (**ESU**) de chaussées.

Elles ne sont proposées que pour les trafics **PL** les plus faibles (classes **T5** et **T4**, moins de 50 PL/jour/sens) ce qui exclut les voies de transit, interurbaines ou périurbaines.

Elles sont déterminées en fonction de la classe de trafic **PL** et pour une classe de plateforme **PFi**.

La couche de roulement est constituée :

- soit de 4 à 5cm de Béton Bitumineux « Souple » BBS (nouvelle appellation normalisée :
 Béton Bitumineux à Chaussée Souple : BBCS)
- ou pour les voies rurales et les voies de lotissement, d'un enduit superficiel d'usure (ESU).

On constatera que dans ce dernier cas que l'épaisseur de l'assise ou fondation est plus importante.

Cette fondation est constituée de grave non traitée (**GNT**), d'une épaisseur totale pouvant varier de 15 à 50cm, en une ou deux couches. L'épaisseur par couche varie de 15 à 25cm. A partir de 30cm d'épaisseur, on passe en 2 couches (2 x 15cm)

Pour les meilleures classes de plates-formes (**PF**₃), la composition du corps de chaussée peut se limiter à une simple couche de roulement associée à une couche de fin réglage pour les plus faibles classes de trafics **PL** (**T5** à **T4**).

2.1.3.1 - Phase n° 3 : Le dimensionnement des couches d'assise

Pour dimensionner les couches d'assise on doit tenir compte de trois paramètres :

- la vocation de la voie,
- la plate-forme visée,
- la classe de trafic poids lourds (PL).

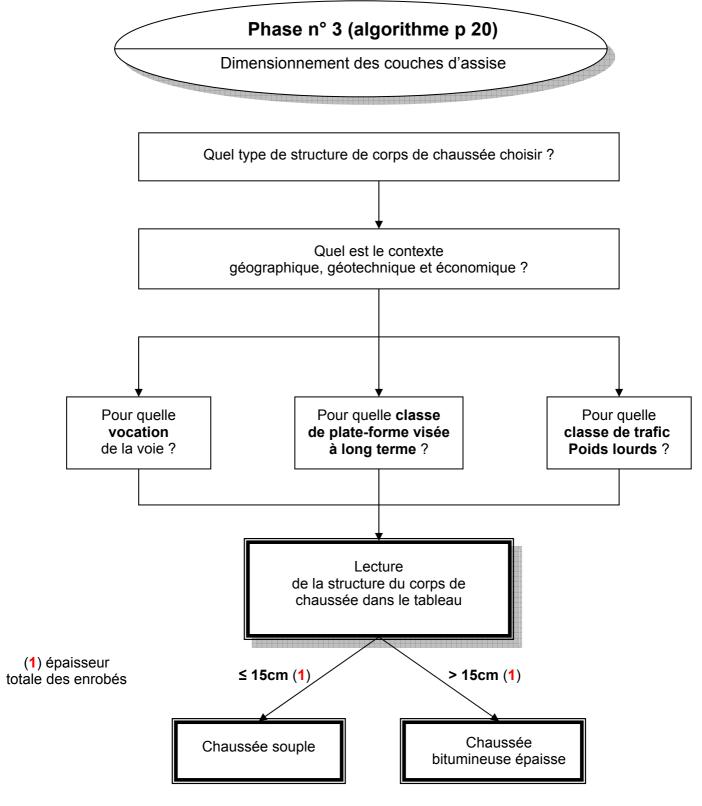


Figure n°13: ALGORITHME DU DIMENSIONNEMENT DES COUCHES D'ASSISE DE CHAUSSEE

2.1.3.2 - Phase n° 4 : Le type de revêtement pour la couche de roulement et son dimensionnement

L'usage de la chaussée et son environnement aura une incidence sur la nature et le comportement de la couche de roulement. Pour ces raisons, le choix de la couche de roulement doit tenir compte de quatre objectifs principaux :

- la sécurité et le confort des usagers,
- l'étanchéité de l'ouvrage routier,
- la réduction des bruits de roulement,
- les possibilités **de réfection définitive des tranchées** et de la régénération des caractéristiques de surface.

1) La sécurité et le confort des usagers

Pour améliorer la sécurité des usagers on tient compte des paramètres suivants :

- l'uni de la chaussée.
- l'adhérence,
- la drainabilité.

L'uni est une notion servant à décrire les défauts géométriques du profil de la chaussée, susceptibles de compromettre la sécurité et le confort des usagers.

L'adhérence des véhicules dépend de la texture de surface de la couche de roulement:

La drainabilité pour cela, la couche de roulement doit contribuer à l'évacuation des eaux de ruissellement de par sa géométrie transversale ou par sa propriété drainante spécifique.

2) L'étanchéité

Il s'agit ici de garantir la protection de toute la structure par rapport aux infiltrations d'eaux pluviales et des sels de déverglaçage en période hivernale.

3) La réduction du bruit de contact : pneumatique-chaussée

Certains matériaux entrant dans la fabrication des couches de roulement possèdent des propriétés d'absorption acoustique. Si l'objectif de réduction du bruit de contact pneumatique-chaussée est prépondérant, on privilégiera les couches de roulement possédant ces propriétés, pour des vitesses de circulation supérieures à 50 km/h et pour tout véhicule.

4) Les possibilités de régénération des caractéristiques de la couche de roulement

Le choix du type de béton bitumineux utilisé pour la couche de roulement doit répondre à des impératifs de la réfection définitive de tranchées et éventuellement de régénération du matériau bitumineux de surface.

* Les propriétés des bétons bitumineux

De manière synthétique on tiendra compte de l'ensemble de ces paramètres pour choisir la couche de roulement la mieux adaptée à la situation traitée.

	Sécurité	Confort		Les possibilités d'apport structurel			
(1)	Adhérence	Uni	Bruit	Orniérage	Imperméabilité	Anti-remontée de fissure	
ESU	Во	Ма	Ма		Во	Ma	
BBSG	Мо	Во	Мо	Мо	Tb	Во	
ввм	Мо	Во	Мо	Мо	Во	Мо	
ВВІ	Во	Во	Tb	Мо	Мо	Мо	
BBCS	Мо	Во	Мо	Ма	Во	Мо	
ВВМЕ	Мо	В	Мо	Tb	Tb	Во	
BBUM	Во	(2)	Во	Во	Во	Ма	
ввтм	Во	Мо	Во	Во	Во	Ма	
BBDr	Во	Во	Tb	Tb	Ma (3)	Мо	
BBDP	Мо	Во	Ма	Tb	Мо	Мо	

<u>Légende</u> :

Tb : Très bon Bo : Bon Mo : Moyen Ma : Mauvais

Tableau n° 7: TABLEAU DE SYNTHESE DES PROPRIETES DES BETONS BITUMINEUX UTILISES POUR REALISER LA COUCHE DE ROULEMENT

- (1) L'appréciation pour chaque paramètre dépendra de la granularité la plus favorable du béton bitumineux en présence (0/6,3mm, 0/10mm ou 0/14mm)
- (2) L'uni dépendra de la qualité du support en place
- (3) Cette propriété doit être prise comme une qualité. L'étanchéité de la structure est assurée au-dessous par la couche de liaison et/ou la couche de base collées au moyen de couches d'accrochage qui augmentent l'étanchéité de l'ouvrage routier.
- L'appréciation du comportement de l'Enduit Superficiel d'Usure (ESU) sur plan orniérage dépendra de la qualité de son support en place.

Les couches de roulement réalisées en **B**éton **B**itumineux **Dr**ainant (**BBDr**) possèdent des propriétés de drainabilité permettant la diminution des projections d'eau à l'arrière des véhicules en mouvement et la réduction de la rétention d'eau en surface, qui évite l'aquaplanage.

Remarque:

Chaque fois que l'on voudra améliorer l'uni et les caractéristiques mécaniques de la couche de roulement en particulier pour les forts trafics poids lourds, on mettra en œuvre une couche de liaison.

LES BETONS BITUMINEUX ET LEUR ABREVIATION						
Enduit Superficiel d'Usure	ESU					
Béton Bitumineux Semi Grenu	BBSG					
Béton Bitumineux Mince	ВВМ					
Béton Bitumineux Insonore	ВВІ					
Béton Bitumineux à Chaussée Souple	BBCS					
Béton Bitumineux à Module Élevé	ВВМЕ					
Béton Bitumineux Ultra Mince	BBUM					
Béton Bitumineux Très Mince	ввтм					
Béton Bitumineux Drainant	BBDr					
Béton Bitumineux Drainant Percolé	BBDP					

La démarche du dimensionnement de la couche de roulement est la suivante :

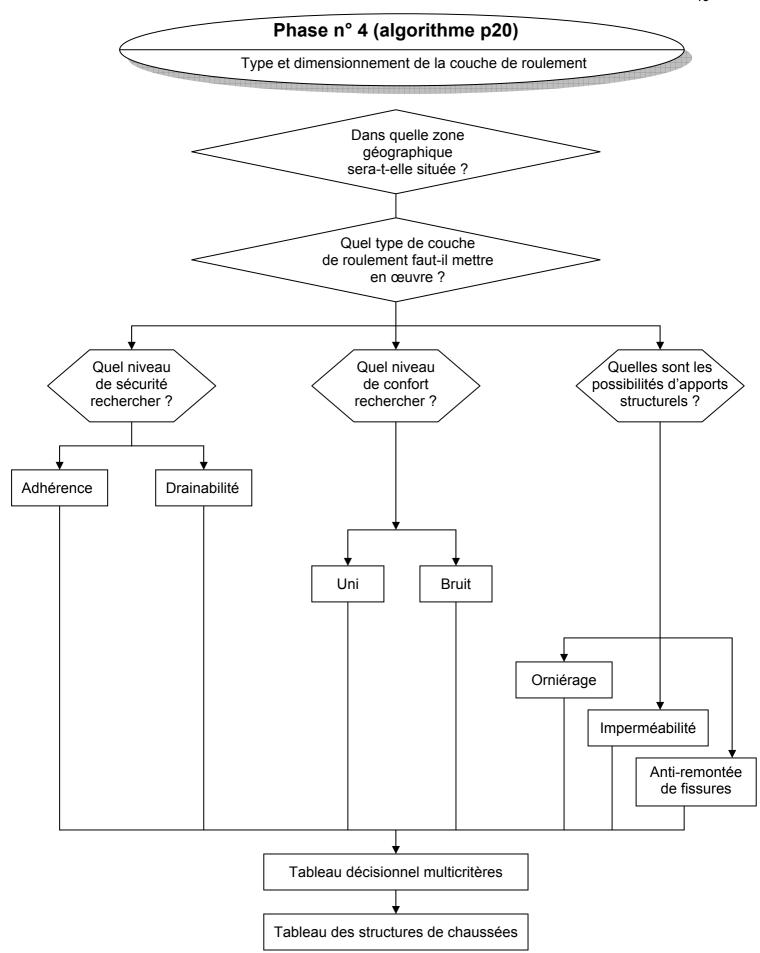


Figure n°14: LA DEMARCHE POUR DETERMINER LE TYPE DE COUCHE DE ROULEMENT ET SON DIMENSIONNEMENT

2.1.4 - Etape n° 3 : La vérification au gel/dégel (NF P 98-086)

La vérification au gel/dégel intervient **seulement** lorsque la structure de chaussée est complètement dimensionnée par rapport aux sollicitations mécaniques du trafic poids lourds (PL) et si le sol support naturel présente un caractère gélif.

Cette vérification peut éventuellement engendrer une augmentation de l'épaisseur de la couche de forme.

Cette **vérification** pour une structure de chaussée neuve donnée ou élargissement de voie, consiste à **comparer**, pour une rigueur d'hiver donnée, le **gel transmis** à la base de la structure au **gel admissible** à la surface du sol support gélif (**arase**).

Le gel transmis à la base d'une structure neuve ou élargissement de voie est fonction des couches qui la composent et de l'indice de gel atmosphérique de référence IR pour lequel on veut la protéger.

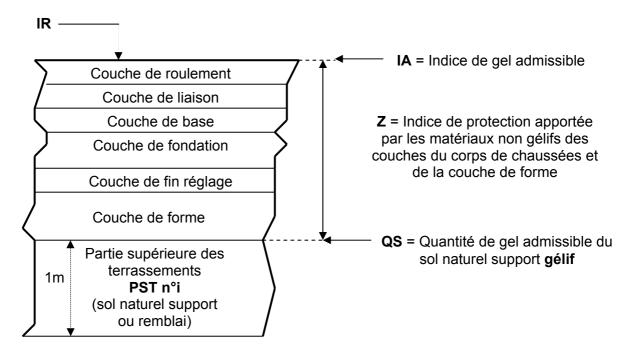


Figure n°15: SCHEMATISATION DE LA LOCALISATION DES INDICES SUR UNE STRUCTURE DE CHAUSSEE NEUVE

Remarque:

La méthode décrite ci-après est une adaptation ce celle de l'Administration Française au contexte de l'agglomération Lyonnaise et des matériaux qui y sont couramment utilisés. Elle se présente sous une forme plus simple et comporte en contre partie quelques approximations.

Pour vérifier la résistance au gel d'une chaussée on doit opérer une comparaison entre les grandeurs suivantes :

- une rigueur d'hiver donnée,
- la quantité de gel transmis à la base de la structure de chaussée neuve,
- le gel admissible à la surface du sol naturel support gélif.

2.1.4.1 - Les paramètres

Pour effectuer la vérification au gel, trois paramètres sont nécessaires :

- la quantité de gel admissible (QS) du sol naturel support gélif
- la protection apportée par les matériaux non gélifs des couches du corps de chaussées et de la couche de forme
- l'indice de gel admissible (IA) de la structure de chaussée.

a) La détermination de la quantité de gel (QS) admissible par le support

L'essai de gel permet d'apprécier la gélivité du sol naturel support. Selon la classe géotechnique déterminée, on adopte pour le sol une quantité de gel admissible (**QS**) qui peu prendre les valeurs suivantes :

- QS = ∞, pour un support non gélif (SnG)
 (dans ce cas précis la vérification au gel n'est pas à effectuer)
- QS = 2,5, pour un support peu gélif (SpG)
- QS = 0, pour un support très gélif (StG).

Remarque : Lorsqu'on ne pourra pas disposer de résultats d'essai de gonflement, on pourra adopter les classes de sensibilité au gel mentionnées ci-après.

D1, D2, D3 : Support non gélifs (SnG)
A4, B1, B2, B3, B4 : Support peu gélifs (SpG)
A1, A2, A3, B5, B6 : Support très gélifs (StG)

Toutefois, l'attention du décideur est attirée sur le fait que les critères géotechniques ne suffisent pas à bien caractériser la gélivité d'un sol, l'application brutale du tableau peut conduire parfois à des écarts importants avec la réalité.

b) La protection apportée par les matériaux non gélifs des couches du corps de chaussées et de forme

La protection totale (**Z**) correspond à la somme de la protection (**ZF**) apportée par la couche de forme non gélive, de celle apportée par les couches du corps de chaussées (**ZC**) et d'un paramètre de résistance mécanique (**ZM**) de la structure du corps de chaussée.

Calcul de la protection Z :

$$Z = ZF + ZC + ZM$$

La détermination de ZF:

ZF est un coefficient correspondant à la protection thermique apportée par la **couche de forme** ou par toute autre couche support non gélive, à l'exclusion des matériaux du corps de chaussée.

Pour les matériaux de classe géotechnique **A, B, C traités et D** ; les valeurs suivants de **ZF** ont été trouvées :

Matériaux de classe A ou CA (traités) : $ZF = 0.14 H_F - 0.6$

Matériaux de classe B ou CB (traités) : $ZF = 0.12 H_F - 0.6$

Matériaux de classe D : $ZF = 0.11 H_F - 0.7$

La variable H_F désigne l'épaisseur en centimètres de la couche de forme en matériaux non gélifs ou rendus non gélifs par traitement approprié, ou encore en matériaux non gélifs du support, tels que définis ci-dessus.

La détermination de ZC :

ZC est un coefficient correspondant à la protection thermique apportée par les matériaux du **corps de chaussée**.

$$ZC = \sum A_i H_i$$

Les H_F sont les **épaisseurs des couches en centimètres** et les coefficients A_i prennent les valeurs suivantes en fonction des matériaux utilisés :

Pour les matériaux bitumineux tels les :

BB, GB, EME : Ai = 0.06

Pour les matériaux non traités, hydrauliques ou modulaires tels les :

Bétons, GC, GNT, pavés : Ai = 0.10

La détermination de ZM :

ZM est un coefficient correspondant à la résistance mécanique de la structure fonction de l'aptitude de la chaussée à supporter sans endommagement excessif une perte de portance du sol naturel support au dégel.

Ce paramètre est directement fonction de l'épaisseur totale en centimètres des couches traitées et non traitées. On peut le calculer à partir des formules approchées suivantes.

On calcule au préalable **HM** correspond à la somme de l'épaisseur totale en centimètres des matériaux traités du corps de chaussée (matériaux bitumineux, traités aux liants hydrauliques, béton de ciment) et de la moitié de l'épaisseur en centimètres des matériaux non traités et éventuellement des matériaux modulaires (pavés, dalles,...) d'où :

H_M = H matx traités + 0,5 H matx non traités + 0,5 H matx modulaires

Cas n°1 : Autres structures comportant au minimum 10cm de matériaux bitumineux

pour $H_M \le 13$ cm ZM = 0

pour $H_M > 13$ cm $ZM = 0.1 H_M - 1.3$

Cas n°2 : Autres structures comportant moins de 10cm de matériaux bitumineux

ZM = 0

Cas n^3 : Les structures comportant du béton ou des matériaux traités aux liants hydrauliques : Béton de Ciment : BC, Béton maigre : Bm, Grave Ciment : GC

pour $H_M \le 27$ cm ZM = 0

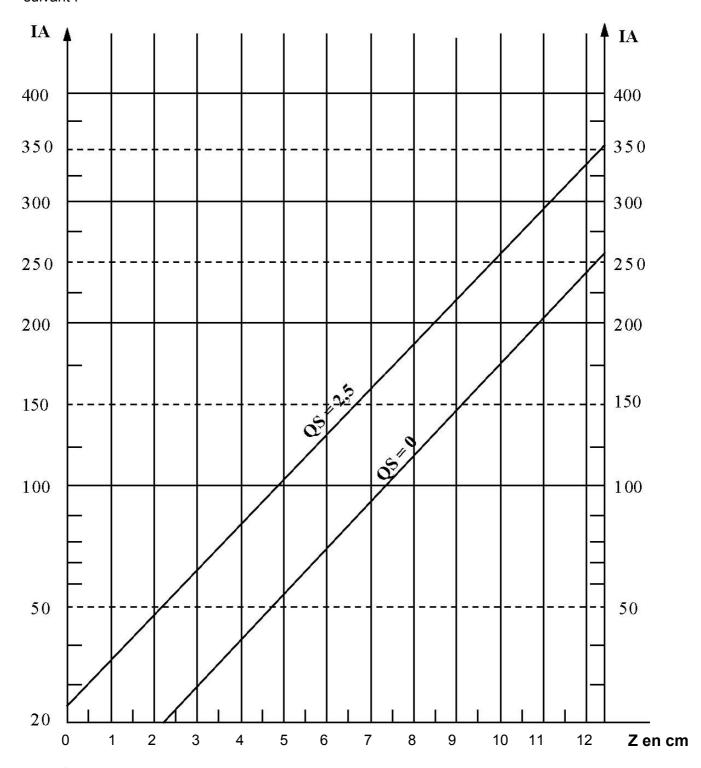
pour $H_M > 27$ cm $ZM = 0.13 H_M - 3.5$

On calcule en final:

Z = ZF + ZC + ZM

c) La détermination de l'indice de gel admissible (IA)

L'indice de gel admissible **IA** est déterminé en fonction de **Z** et **QS**. À l'aide de l'**abaque** suivant :



Rappels:

QS = 2,5 pour un Support peu Gélif (SpG)

QS = 0 pour un Support très Gélif (StG)

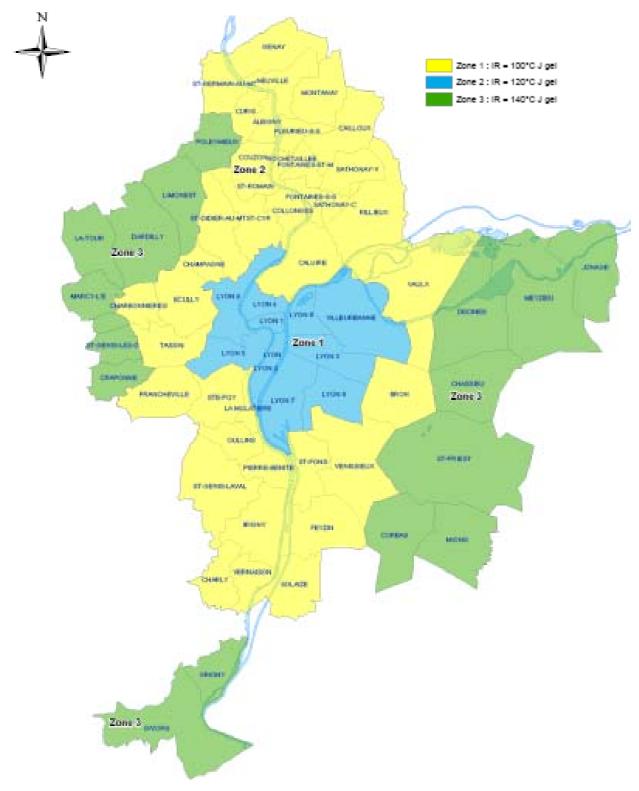
IA : exprimé en °C.jgel

Condition à respecter : IA ≥ IRz_i

d) Le choix de l'indice de gel de référence (IR)

L'indice de gel atmosphérique de référence (**IR**) à prendre en compte pour la vérification des chaussées communautaires est l'indice de l'hiver rigoureux non exceptionnel choisi dans la période de 1950 à nos jours, c'est-à-dire l'hiver de **rang 4** correspondant à l'**hiver 1970/1971**. La carte ci-après donne, par zones, l'indice de gel de référence (**IRz**_i) à retenir :

CARTE DES INDICES DE GEL DE REFERENCE (IRz_i) HIVER RIGOUREUX NON EXCEPTIONNEL (1970/1971)



e) Conclusion de la démarche

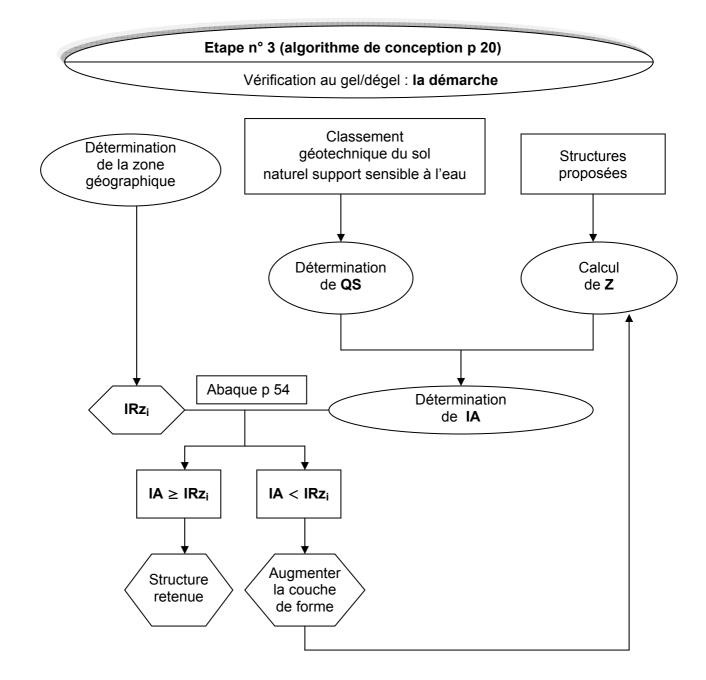
La comparaison de l'indice de gel admissible de la chaussée (IA) obtenu à partir de l'abaque page 54 à l'indice de gel atmosphérique de référence (IRz_i) déterminé à partir de la zone géographique tirée de la carte du Grand Lyon page 55, permet de mettre en évidence deux cas :

1^{er} cas : IA ≥ IRz_i la structure de chaussée choisie convient.

2^{ème} cas : IA < IRz_i la structure de chaussée choisie ne convient pas.

Dans ces conditions il conviendra de choisir :

- soit un autre corps de chaussée constitué de matériaux différents tout en respectant la même vocation de voie, classe de trafic PL et de plate-forme
- soit augmenter l'épaisseur de la couche de forme.



f) Tableau récapitulatif des symboles et de leur signification

Symboles des paramètres	Signification	Unité
IRz _i	Indice de gel atmosphérique de référence (IR) par zones géographiques (z _i)	°C.jgel
IA	Indice de gel admissible de la chaussée	°C.jgel
Qs	Quantité de gel admissible du sol naturel support gélif	#
Z	Indice de protection	cm
ZF	Coefficient de protection thermique de la couche de forme	cm
zc	Coefficient de protection thermique des matériaux du corps de chaussée	cm
ZM	Coefficient de résistance mécanique de la structure	cm
H _F	Épaisseur de la couche de forme	cm

2.1.4.2 - Exemples de vérification au gel

a) Les données :

A Dardilly, sur une voie structurante, on doit construire une chaussée neuve. Le trafic est estimé à 200 poids lourds par jour et par sens. La portance de la plate-forme est comprise entre 90 et 100MPa (module à la plaque **EV2**) Le sol support est réputé peu gélif (**SpG**) Il est prévu une couche de forme en grave naturelle 0/80 propre, de classe géotechnique **D3**, de 40cm d'épaisseur.

b) Interprétation des données :

- Vocation : Voie de liaison
- Le trafic poids lourds appartient à la classe **T2** (150 à 300 PL/jour/sens)
- La plate-forme de classe **PF₂**+ (80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa)
- Au plan du gel, la commune de Dardilly se situe en zone 3 (carte page 55), d'où IRz₃ = 140°C.jgel.

En se référant aux planches de structures (page 71), pour une voie de liaison ou structurante, et pour le couple (**PF**₂+, **T2**), on peut choisir parmi les structures suivantes :

- 10 EME + 2,5 BBTM
- 20 GNT + 7 EME + 2,5 BBTM
- 8 GB + 6 BBL + 4 BB
- 25 GNT + 8 GB + 4 BB

Parmi toutes ces structures de corps de chaussées proposées au <u>plan mécanique</u>, quelles sont celles qui conviennent au plan gel ?

Pour répondre à cette question il faut savoir quelle est la protection apportée par les matériaux non gélifs de la couche de forme et des couches du corps de chaussée. Cela revient à calculer la protection totale symbolisée par **Z**, définie comme suit

$$Z = ZF + ZC + ZM$$

La couche de forme (40cm de grave naturelle \rightarrow **HF** = 40) apporte une protection : (le matériau constituant cette couche appartient à la classe géotechnique **D3**) On applique donc la formule : **ZF** = 0,11 x **HF** - 0,7 = 0,11 x 40 - 0,7 d'où

ZF = 3.7

59

Pour chacune des structures possibles, on calcule **ZC** et **ZM**, de façon à déterminer ensuite la protection totale **Z** (avec **Z = ZF + ZC + ZM**) apportée par l'ensemble, couche de forme et corps

de chaussée :

Cas n° 1: Structure 10 EME + 2,5 BBTM

Rappels:

- La couche de forme (40cm de grave naturelle D3 conduit à H_F = 40) apporte une

protection thermique : $ZF = (0,11 \times 40) - 0,7 \text{ d'où } ZF = 3,7$

- Le coefficient de protection thermique (ZC)

On applique la formule suivante :

 $ZC = \Sigma AiHi$

Hi désigne les épaisseurs des couches en centimètres

Ai prend la valeur 0,06 pour les matériaux bitumineux

 $ZC = 0.06 \times 12.5 (10 + 2.5 de matériaux bitumineux) d'où <math>ZC = 0.75$

Le coefficient de résistance mécanique de la structure (ZM)

La somme de l'épaisseur totale de matériaux traités du corps de chaussée (HM)

H_M = H matx traités + 0,5 **H** matx non traités + 0,5 **H** matx modulaires

Dans l'ensemble étudié, nous sommes uniquement en présence de matériaux bitumineux

d'où:

 $H_M = 12,5 (10 + 2,5 de matériaux bitumineux)$

Pour les structures comportant au minimum 10cm de matériaux bitumineux

 $H_{\text{M}} \leq 13$

donc: ZM = 0

En conclusion

Z = ZF + ZC + ZM = 3.7 + 0.75 + 0

On trouve le résultat suivant : Z = 4,45

Cas n° 2: Structure 20 GNT + 7EME + 2,5 BBTM

ZF ne varie par d'où **ZF** = 3,7

ZC = 0.1×20 (20cm de matériaux non traités dont le coefficient **Ai** est égal à 0.10)

+ 0,06 x 9,5 (7cm + 2,5cm de matériaux bitumineux dont le coefficient Ai est égal à 0,06)

ZC = 2,57

Pour une structure de corps de chaussée comportant moins de 10cm de matériaux bitumineux : ZM = 0

ďoù

Z = ZF + ZC + ZM = 3.7 + 2.57 + 0

On trouve le résultat suivant : Z = 6.27

Cas n° 3: Structure 8 GB + 6BBL + 4BB

ZF = 3,7 (reste inchangé)

ZC = $0.06 \times 18 (8 + 6 + 4)$ de matériaux bitumineux dont le coefficient **Ai** est égale à 0.06)

ZC = 1,08

 $H_M = 18 (8 + 6 + 4 de matériaux bitumineux)$

comme $H_M > 13$ nous appliquons la formule suivante :

ZM =
$$0.1 \times H_M - 1.3 = 0.1 \times 18 - 1.3$$

d'où ZM = 0,5

Z = ZF + ZC + ZM = 3.7 + 1.08 + 0.5

On trouve le résultat suivant : **Z = 5,28**

Cas n° 4: Structure 25 GNT + 8 GB + 4 BB

ZF = 3,7 (reste inchangé)

 $ZC = 0.1 \times 25$ (25cm de matériaux non traités) + 0.06 x 12 (8 + 4 de matériaux bitumineux) ZC = 3.22

$$H_M = 25 \times 0.5$$
 (25cm non traités) + 12 (8 + 4 de matériaux traités) = 24,5
 $H_M = 24,5$

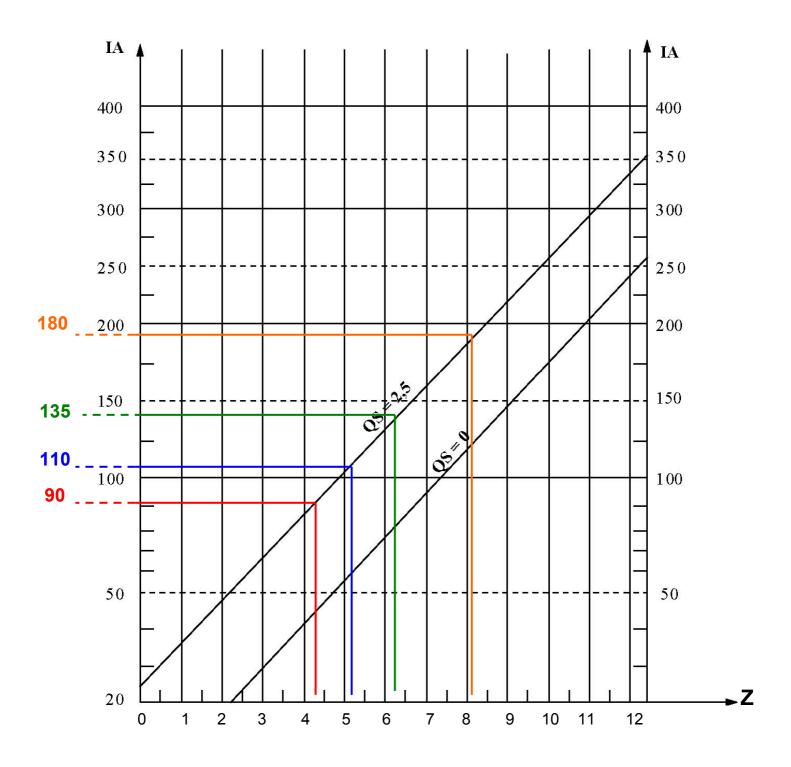
Comme $H_M > 13$ nous appliquons la formule suivante :

ZM =
$$0.1 \times H_M - 1.3 = 0.1 \times 24.5 - 1.3$$

ZM = 1.15

$$Z = ZF + ZC + ZM = 3,17 + 3,22 + 1,15$$

On trouve le résultat suivant : Z = 8,07



Cas n° 1	<u>Z1 = 4,45</u>
Cas n° 2	<u>Z2 = 6,27</u>
Cas n° 3	Z3 = 5.28
Cas n° 4	<u>Z4 = 8,07</u>

Pour la commune de **Dardilly**, située en **zone 3**, conformément à la carte page 55 ci-avant, l'indice de gel de référence est de **IRz**₃ = **140°C.jgel**. En se reportant à l'abaque de la page 52 pour être protégé pour cet indice, avec un sol peu gélif (**QS = 2,5**), il faut une **protection Z** apportée par la couche de forme et le corps de chaussée **au moins égale à 6,5**.

Seules les structures avec fondation en grave non traitée conviennent. La première (cas n°2), 20 GNT + 7EME + 2,5 BBTM, avec $\underline{Z2 = 6,27}$ est presque protégée pour 135°C.jgel = IA_2 environ, la deuxième (cas n° 4), 25 GNT + 8GB + 4 BB, avec $\underline{Z4 = 8,07}$, l'est pour 180°C.jgel = IA_3 environ.

Les deux autres structures, 10EME + 2.5 BBTM, avec Z = 4.45, et 8 GB + BBL + 4BB avec Z1 = 4.45 (cas n°1) et Z3 = 5.28 (cas n°3), sont protégées respectivement pour moins de $90^{\circ}C.jgel = IA_1$ et environ $110^{\circ}C.jgel = IA_3$ seulement.

Conclusion

Seule la structure 25 GNT + 8 GB + 4 BB, avec $\underline{Z4} = 8,07$ (IA₃ = 180°C.jgel) répond parfaitement aux contraintes thermiques du site (commune de **Dardilly** située en **zone 3**) c'est-à-dire : IA > IRz₃ = 140°C.jgel

2.1.5 - Les planches d	le structures pou	r le corps de ch	naussées neuves

VOIES DE TRANSIT / INTERURBAINES / PERIURBAINES & Z.I.

PF1⁺

30 MPa ≤ **EV2** < 50 MPa

La construction sur plate-forme de portance **EV2 < 50 MPa** n'est pas recommandée

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout GNT
T0 > 750 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM / 4 BBDr 7 EME 7 EME 8 EME 30 GNT	4 BB 9 GB 9 GB 10 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 8 GB 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T1 300 à 750 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 10 EME 30 GNT	4 BB 12 GB (2) 12 GB (2) Réglage (1)	4 BB 11 GB 12 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 8 EME 30 GNT	4 BB 9 GB 10 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 ≤ 150 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM / 4 BBDr 10 EME 30 GNT	4 BB 8 GB 8 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 9GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

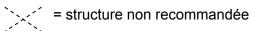
VOIES DE TRANSIT / INTERURBAINES / PERIURBAINES

PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout GNT
T0 > 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 7, EME 7, EME 8, EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 6 EME 8 EME 20 GNT	4 BB 8 GB 9 GB 9 GB Réglage (1)	4 BB 12 GB (2) 12 GB (2) 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 10 ÉME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 8 EME 20 GNT	4 BB 11 GB 11 GB Réglage (1)	4 BB 10 GB 10 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 8 EME 7 Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 12 EME (3) 20 GNT	4 BB 8 GB 9 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 ≤ 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 10 EMÉ Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 8 GB Réglage (1)	4 BB 11 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME



- (1) Réglage = 3 à 5cm de GNT
- (2) 2 X 12 ou 3 X 8 GB

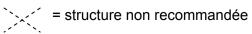
VOIES DE TRANSIT / INTERURBAINES / PERIURBAINES

PF2⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB ou BBL sur GNT	Tout GNT
T0 > 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 7 EME 7 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 9 EME 9 EME 15 GNT	4 BB 12 GB (2) 12 GB (2) Réglage (1)	4 BB 9 GB 9 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 9 EME 15 GNT	4 BB 10 GB 10 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 8 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 1 50 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 12 EME (3) Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 9 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 9 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 ≤ 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 15 GNT	4 BB 11 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 25 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME



⁽¹⁾ Réglage = 3 à 5cm de GNT

^{(2) 2} X 12 ou 3 X 8 GB (3) 1 X 12 ou 7 + 5 EME

VOIES DE TRANSIT / INTERURBAINES / PERIURBAINES

PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB ou BBL sur GNT	Tout GNT
T0 > 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 10 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 12 EME (2) 30 GNT	4 BB 10 GB 11 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 8 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 8 EME 30 GNT	4 BB 8 GB 9 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 10 EME (3) Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDr 7 EME 15 GNT	4 BB 12 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 ≤ 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM / 4 BBDr 6 EME Réglage (1)		4 BB 8 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 15 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME



= structure non recommandée

⁽¹⁾ Réglage = 3 à 5cm de GNT (2) 1 X 12 ou 7 X 5 EME

PF1⁺

30 MPa ≤ **EV2** < 50 MPa

La construction sur plate-forme de portance EV2 < 50 MPa n'est recommandée

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout GNT
T1 300 à 750 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM 8 EME 9 EME 20 GNT	4 BB 11 GB 11 GB Réglage (1)	4 BB 10 GB 11 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM 6 EME 8 EME 20 GNT	4 BB 8 GB 9 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 8 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 50 à 150 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM 10 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 9 GB Réglage (1)	4 BB 12 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 ≤ 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 9 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 20 GNT	4 à 5 BBCS 15 GNT 20 GNT

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME

= structure non recommandée

(1) Réglage = 3 à 5cm de GNT

PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB et/ou BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM 8 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM 6 EME 8 EME 20 GNT	4 BB 10 GB 10 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM 12 EME (2) Réglage (1)	2,5 BBTM 10 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 9 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 8 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 50 à 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM 6 EME 20 GNT	4 BB 11 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 ≤ 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 7 BBL Réglage (1)		4 à 5 BBCS 25 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

- (1) Réglage = 3 à 5cm de GNT (2) 1 X12 ou 7,5 EME

PF2⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB et/ou BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM 6 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM 10 EME 30 GNT	4 BB 9 GB 9 GB Réglage (1)	4 BB 12 GB 30 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM 10 EME Réglage (1)	2,5 BBTM 7 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 8 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 25 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 50 à 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM 8 EME Réglage (1)		4 BB 9 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 15 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 ≤ 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 6 BBL Réglage (1)		4 à 5 BBCS 15 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

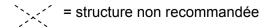
(1) Réglage = 3 à 5cm de GNT

PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB et/ou BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T1 300 à 750 PL/J/Sens	2,5 BBTM 12 EME (2) Réglage (1)	2,5 BBTM 8 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 9 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 25 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T2 150 à 300 PL/J/Sens	2,5 BBTM 8 EME Réglage (1)	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 10 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 25 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T3 50 à 150 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 6 BBL Réglage (1)		STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 ≤ 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	Envisager structure ci-dessus ou structure souple		4 à 5 BBCS Règlage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME



⁽¹⁾ Réglage = 3 à 5cm de GNT (2) 1 X12 ou 7 + 5 EME

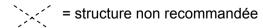
PF1⁺

30 MPa ≤ **EV2** < 50 MPa

La construction sur plate-forme de portance EV2 < 50 MPa n'est pas recommandée

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB et/ou BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T3 50 à 150 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	2,5 BBTM 9 EME 20 GNT	4 BB 6 BBL 8 GB Réglage (1)	4 BB 12 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 9 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 20 GNT	4 à 5 BBCS 15 GNT 20 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS 20 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

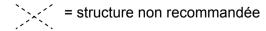


PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB ou BBL sur GNT	Tout GNT
T3 50 à 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM 6 EME 20 GNT	4 BB 11 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 8 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 15 GNT	4 à 5 BBCS 25 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS 15 GNT

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME

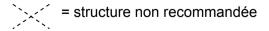


PF2⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB ou BBL	BBL sur GNT	Tout GNT
T3 50 à 150 PL/J/Sens	2,5 BBTM 6 EME Réglage (1)		4 BB 9 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 20 GNT	STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 6 BBL Réglage (1)		4 à 5 BBCS 15 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME

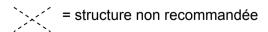


PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T3 50 à 150 PL/J/Sens			4 BB 6 BBL Réglage (1)		STRUCTURE A ASSISE SOUPLE NON ADAPTEE
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	Envisager structure ci-dessus ou structure souple		4 à 5 BBCS Réglage (1)
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME



PF1⁺

30 MPa ≤ **EV2** < 50 MPa

La construction sur plate-forme de portance **EV2 < 50 MPa** n'est pas recommandée

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 9 GB Réglage (1)	4 BB 8 GB 20 GNT	4 à 5 BBCS 15 GNT 20 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS 20 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	BBL sur GNT	Tout GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 8 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 15 GNT	4 à 5 BBCS 25 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS 15 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

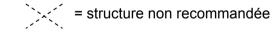
= structure non recommandée

PF2 ⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 6 BBL Réglage (1)		4 à 5 BBCS 15 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG Ξ 2,5 BBTM Ξ 2 BB Ξ 1,5 GB Ξ 1 EME



PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout BBL	GB sur GNT	Tout GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	ENVISAGER STRUCTURE CORRESPONDANT À LA CLASSE DE PORTANCE PF2 [†] OU STRUCTURE SOUPLE		4 à 5 BBCS Réglage (1)
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME

= structure non recommandée

VOIES DE LOTISSEMENT / VOIES RURALES

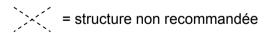
PF1⁺

30 MPa ≤ **EV2** < 50 MPa

La construction sur plate-forme de portance **EV2 < 50 MPa** n'est pas recommandée

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout GNT	
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 10 GB Réglage (1)	4 BB 9 GB 20 GNT	4 à 5 BBCS ESU 20 GNT 25 GNT 20 GNT 25 GNT	
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS ESU 30 GNT 20 GNT 20 GNT	

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME



VOIES DE LOTISSEMENT / VOIES RURALES

PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Tout C	SNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 8 GB Réglage (1)	4 BB 6 BBL 20 GNT	4 à 5 BBCS 30 GNT	ESU 20 GNT 20 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS 20 GNT	ESU 30 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

(1) Réglage = 3 à 5cm de GNT

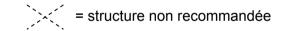
VOIES DE LOTISSEMENT / VOIES RURALES

PF2⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout BBL	GB sur GNT	Tout	GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 BB 6 BBL Réglage (1)		4 à 5 BBCS 20 GNT	ESU 30 GNT
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)	ESU 15 GNT

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME



(1) Réglage = 3 à 5cm de GNT

VOIES DE LOTISSEMENT / VOIES RURALES

PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

ASSISES TRAFICS PL	Tout EME	EME sur GNT	Tout BBL	GB sur GNT	Tout	GNT
T4 25 à 50 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	ENVISAGER STRUCTURE CORRESPONDANT À LA CLASSE DE PORTANCE PF2 ⁺ OU STRUCTURE SOUPLE		4 à 5 BBCS Réglage (1)	ESU Réglage (1)
T5 ≤ 25 PL/J/Sens	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	STRUCTURE NON ADAPTÉE	4 à 5 BBCS Réglage (1)	ESU Réglage (1)

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG ≡ 2,5 BBTM ≡ 2 BB ≡ 1,5 GB ≡ 1 EME = structure non recommandée



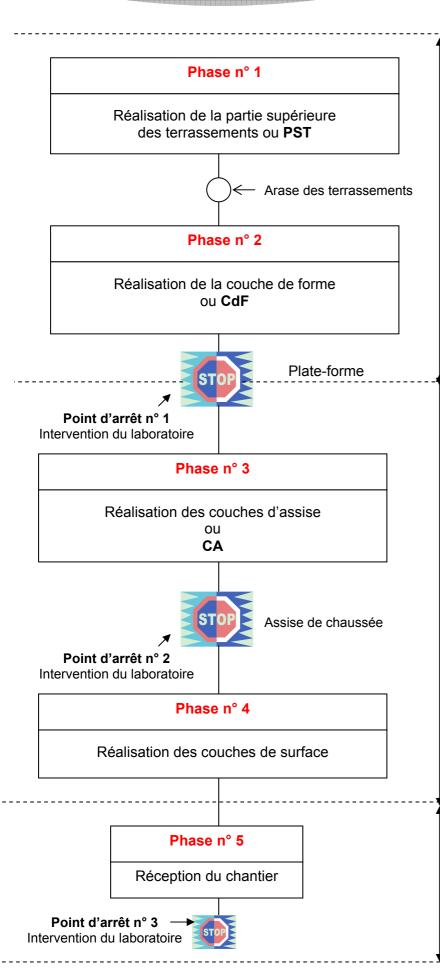
2.2 - La réalisation d'une chaussée neuve

La réalisation d'une chaussée comprend trois étapes :

- l'étape n° 1: la réalisation de la plate-forme support de chaussée comprenant le sol naturel support, éventuellement le remblai ou le matériau naturel traité constituant la PST, la couche de forme et la couche de fin réglage)
- l'étape n° 2 : la réalisation du corps de chaussée (couches d'assise et couches de surface)
- l'étape n° 3 : la réception de l'ouvrage.

LA RÉALISATION D'UNE CHAUSSÉE NEUVE

LES ÉTAPES



ETAPE N°1

Réalisation de la plate-forme support de chaussée ou PFSC

Réception de la plate-forme Essais à la plaque

ETAPE N°2

Réalisation du corps de chaussée ou CC

Réception du corps de chaussée et de la structure entière

ETAPE N°3

Réception du chantier routier

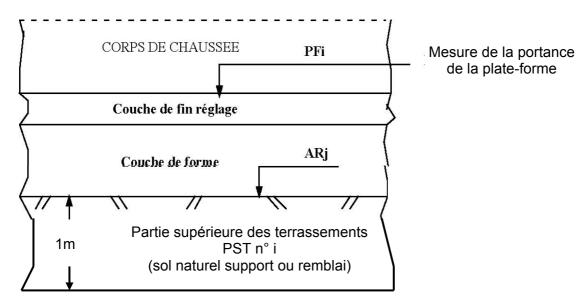
Chaque étape est ponctuée par des points d'arrêts spécifiques où l'on doit faire intervenir le laboratoire de contrôle :

- Au point d'arrêt n° 1, le laboratoire intervient pour mesurer la portance de la plate-forme réalisée et la comparer à celle visée (PFi) lors de la conception de la chaussée et transcrite dans le CCTP.
- Au point d'arrêt n° 2, le laboratoire intervient pour vérifier l'épaisseur de la couche de base et/ou de la couche de fondation en enrobé et leur compacité en place.
- Au point d'arrêt n° 3, appelé « point zéro » : le laboratoire intervient, pour effectuer les vérifications suivantes :
 - ♣ l'épaisseur, la nature des couches bitumineuses, leur collage par prélèvements sous forme de carotte.
 - la compacité des enrobés au banc gamma,
 - ♣ la mesure de la déflexion et le calcul de la déflexion caractéristique de la chaussée neuve.

2.2.1 - Etape n° 1 : la réalisation de la plate-forme support de chaussée

L'étude géotechnique préliminaire réalisée par le laboratoire sur un échantillon représentatif du sol naturel en place nous a permis de préciser si ce dernier situé au niveau de la partie supérieure des terrassements pouvait être conservé lors de la réalisation de la structure. En fonction des résultats analytiques, cette partie sera réalisée soit avec les matériaux en place, soit avec un matériau en place traité avec un liant, soit avec un matériau d'apport (remblai)

Le laboratoire intervient également au niveau de la couche de fin réglage pour mesurer la portance de la plate-forme (**PFi**)



Cette démarche peut être résumée par le schéma suivant :

Figure n°16: SCHEMA DE LA REALISATION DE LA PLATE-FORME SUPPORT DE CHAUSSEE ET DES CONTRÔLES IN SITU

Les contrôles « qualité » à la réception de la plate-forme support de chaussée.

La plate-forme support de chaussée (**PFSC**) doit respecter des performances minimales au niveau du nivellement et de la portance.

Avant la réalisation de la couche de fin réglage, la couche de forme doit être nivelée avec une tolérance de plus ou moins 3cm par rapport au profil en long théorique. Après la mise en œuvre de la couche de fin réglage cette tolérance est de plus ou moins 2cm.

Quant au module EV2, il doit être égal ou supérieur à 50 MPa (effet « enclume ») et le rapport de compactage : K = EV2/EV1 < 2,0

2.2.2 - Étape n° 2 : la réalisation du corps de chaussée

A la fin de la **phase n° 3** et au point d'arrêt n° 2 (voir l'algorithme page 86), le laboratoire intervient pour vérifier l'épaisseur de la couche de base en enrobé bitumineux par carottage ou par endoscopie et la compacité in situ du matériau bitumineux (**GB** ou **EME**), au moyen du gamma densimètre.

2.2.3 - Etape n° 3 : la réception du chantier

A la fin de la **phase n° 5** et au point d'arrêt n° 3 (voir l'algorithme page 86) le laboratoire de contrôle intervient pour effectuer des carottes dans le corps de chaussée bitumineux dans le but de vérifier l'épaisseur de chacune des couches bitumineuses, leur collage entre elles ainsi que leur nature (composition) et leur compacité en laboratoire.

2.2.4 - L'archivage

A l'issu de la réalisation de la chaussée, la subdivision gestionnaire doit effectuer l'archivage de la structure réellement mise en place sous forme de coupes schématiques d'une part et d'autre part en décrivant de manière aussi précise que possible les matériaux et leur épaisseur mis en œuvre. Les données techniques recueillies seront saisies dans « PVO » (Patrimoine de VOirie) par le laboratoire de la direction de la voirie.

3 - LES STRUCTURES PARTICULIERES

Ce fascicule n'a pas pour prétention de définir tous les types de structures particulières qui peuvent être envisagées sur les voies ou voiries particulières. En sont notamment exclus les aménagements piétonniers, paysagers, utilisant des mixages de matériaux, des matériaux non traditionnels.

Dans ce qui suit nous présentons les structures suivantes :

- les voies spécialisées pour les transports en commun
- les aires de stationnement pour les véhicules lourds,
- les trottoirs,
- les pistes cyclables

3.1 - Les voies spécialisées pour le transport en commun

Trois classes de trafic ont été retenues pour les **couloirs de bus thermiques**, dont les structures particulières ont été préconisées.

Ces classes sont les suivants :

Classes de trafic bus	Moyenne journalière annuelle (MJA)
TB ₁	> 300 bus / jour / sens
TB ₂	150 à 300 bus / jour / sens
TB ₃	≤ 150 bus / jour / sens

Tableau n° 8: LES CLASSES DE TRAFIC BUS THERMIQUES PAR JOUR ET PAR SENS

Toutefois, si l'on veut cerner la spécificité du trafic lourd avec une meilleure précision on appliquera les règles suivantes :

- élimination des poids lourds (PL) de poids total en charge autorisé (PTCA) inférieur à 90 KN ou 9 tonnes ou 9 Mg (Méga grammes) ou charge utile (CU) inférieure à 50 KN ou 5 tonnes ou 5 Mg (Méga grammes);
- prise en compte des bus thermiques (simples ou articulés) pour 0,5 poids lourds (P.L.)
- prise en compte d'un trolleybus simple ou articulé pour 2 bus thermiques :

Les équivalences
1 trolleybus ≡ 2 bus thermiques
1 bus thermique ≡ 0,5 poids lourd
1 trolleybus ≡ 1 poids lourd

Tableau récapitulatif des équivalences

Les bus thermiques présentent une charge par essieu relativement faible :

- maximum 75 KN ou 7,5 tonnes ou 7,5 Mg (Méga grammes) comme pour le modèle SC 10.
- maximum 110 KN ou 11 tonnes ou 11 Mg pour les modèles PR 100 et R 312, sauf en ce qui concerne les trolleybus (de l'ordre de 120 KN ou 12 tonnes ou 12 Mg sur l'essieu moteur) devraient donc avoir un effet moins nocif sur les chaussées.

Remarque:

Cette dernière règle est également à prendre en compte pour les «couloirs» de bus pour lesquels des structures spécifiques sont proposées.

Trois planches de structures sont définies ci-après. Chacune de celles-ci correspond à une classe de plate-forme (**PFi**) :

Classe de plate-forme PFi	Module de portance
PF2*	50 MPa ≤ EV2 < 80 MPa
PF2 ⁺	80 MPa ≤ EV2 < 120 MPa
PF3	EV2 ≥ 120 MPa

On a vu précédemment qu'il était fortement déconseillé de réaliser une chaussée neuve sur une plate-forme de type PF1 (non obtention de l'effet « enclume »). Cette règle est également valable pour les voies ou couloirs bus.

De même, la réalisation de structures avec une fondation en enrobé à module élevé (**EME**) directement sur une plate-forme **PF1**+est **vivement déconseillée**.

Enfin, compte-tenue de la forte canalisation du trafic, les structures comportant moins de 13 à 14 centimètres de matériaux bitumineux ne sont pas recommandées, notamment pour les plus forts trafics de bus.

Des structures pavées figurent à titre indicatif. Elles comportent systématiquement une fondation rigide : grave-ciment (GC) qu'il conviendra de bien doser (> 4% de liant), béton maigre (180 à 200 kg/m³) ou béton de ciment routier (330 à 350 kg/m³) Les pavés devront avoir une épaisseur au moins égale à 10cm pour les trafics plus modérés (TB₃ tel que défini ci-après) et à 12cm pour les trafics les plus forts (TB₁ et TB₂) :

* Exemples de calcul du nombre de passages par jour pour une voie spécialisée parcourue par une ligne de trolleybus et une ligne de bus

Cas n° 1: La ligne trolleybus

Sur cette ligne on a répertorié les fréquences de passages suivantes :

- 90 passages par jour du lundi au vendredi
- 65 passages le samedi
- 45 passages le dimanche

soit en moyenne 80 passages de trolleybus par jour.

(rappel du calcul de la moyenne $(90 \times 5 + 65 + 45)/7$)

Cas n° 2: La ligne d'autobus

Sur cette ligne on a répertorié les fréquences de passages suivantes :

- 70 passages par jour du lundi au vendredi
- 45 passages le samedi
- 25 passages le dimanche

soit en moyenne 60 passages de bus thermiques par jour.

(rappel du calcul de la moyenne $(70 \times 5 + 45 + 25)/7$)

Conclusion

Si on applique la règle équivalence donnée précédemment

1 trolleybus ≡ 2 bus thermiques

On trouve au total l'équivalence de 220 bus thermiques par jour

 $(80 \times 2 + 60)$

La classe de trafic bus thermique à retenir est donc ${\sf TB_2}$ (150 à 300 bus thermiques/jour)

3.2 - Les aires de stationnement pour poids lourds

On pourra se référer aux mêmes types de structures que pour les voies spécialisées pour transports en commun en tenant toutefois compte des paramètres suivants

- l'agressivité d'un poids lourd est sensiblement le double de celle d'un bus thermique :

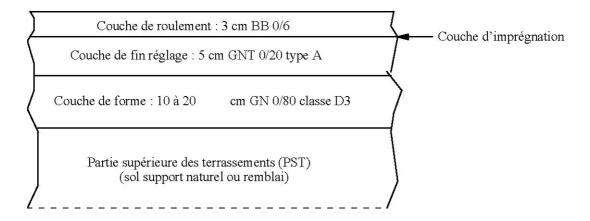
1 PL \equiv 1 trolleybus \equiv 2 bus thermiques

- sauf cas particulier, le trafic (nombre de passages) est très faible; on se situera donc à priori en classe TB₃,
- il s'agit le plus souvent de charges statiques. On aura donc tout intérêt à envisager des revêtements du type enrobé percolé (ou autre sol industriel), possédant une bonne résistance au poinçonnement et aux hydrocarbures,
- il ne s'agit pas de trafic canalisé, les structures à faible épaisseur bitumineuse (< 13 à 14cm) peuvent donc être retenues,
- les structures pavées paraissent, dans le cas général peu adaptées, car coûteuses.

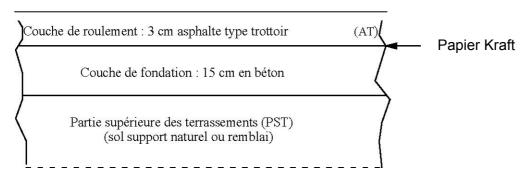
3.3 - Les trottoirs et les pistes cyclables

Les deux structures définies ci-après ne s'appliquent strictement qu'à des zones non accessibles aux véhicules autres que les cycles.

Cas n° 1: Structure souple



Cas n° 2 : Structure rigide



Pour les zones accessibles à d'autres véhicules, il conviendra de se reporter aux planches relatives aux chaussées neuves, cas des plus faibles trafics, et d'adapter la couche de roulement aux attentes des piétons et cyclistes (enrobés fins ou asphalte)

3.4 - Les planches de structures particulières

VOIES DE BUS

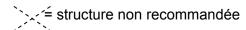
PF2*

50 MPa ≤ **EV2** < 80 MPa

1 trolleybus (articulé ou non) équivaut à 2 bus thermiques (articulés ou non)

ASSISES TRAFICS	Tout EME	EME sur GNT	Tout GB	GB sur GNT	Structures pavées
TB ₁ > 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 6 EME 8 EME 20 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 GB 11 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 9 GB 10 GB 20 GNT	18 GC 20 GC 20 GC
TB ₂ 150 à 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 6 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 12 EME (2) 20 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 9 GB 10 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 9 GB 20 GNT	18 GC 18 GC
TB ₃ ≤ 150 Bus thermique /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 12 EME (2) Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 EME 20 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 9 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 8 GB 20 GNT	16 GC 24 Bm 18 BC

EQUIVALENCES : 2,5 BBSG \equiv 2,5 BBSG \equiv 4 BBDP \equiv 2,5 BBTM \equiv 2 BB \equiv 1,5 GB \equiv 1 EME



VOIES DE BUS

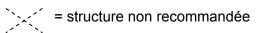
PF2⁺

80 MPa ≤ **EV2** < 120 MPa

1 trolleybus (articulé ou non) équivaut à 2 bus thermiques (articulés ou non)

ASSISES TRAFICS	Tout EME			GB sur GNT	Structures pavées	
TB1 > 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 6 EME 8 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 EME 30 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 9 GB 10 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 13 GB 30 GNT	18 GC 18 GC	
TB2 150 à 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 12 EME (2) Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 EME 30 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 9 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 11 GB 30 GNT	16 GC 18 GC	
TB3 ≤ 150 Bus thermique /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 EME Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 7 EME 20 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 8 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 9 GB 30 GNT	16 GC 22 Bm 17 BC	

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 4 BBDP = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME



- (1) Réglage = 3 à 5cm de GNT
- (2) 1 X 12 OU 7 + 5 EME

VOIES DE BUS

PF3

120 MPa ≤ **EV2** < 200 MPa

1 trolleybus (articulé ou non) équivaut à 2 bus thermiques (articulés ou non)

ASSISES TRAFICS	EME SUR GNT		Tout GB GB sur GNT		Structures pavées	
TB1 > 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 12 EME (2) Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 EME 20 GNT	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 8 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 GB 35 GNT	16 GC 24 Bm 18 BC	
TB2 150 à 300 Bus thermiques /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 10 EME Réglage (1)		2,5 BBTM / 4 BBDP 13 GB Réglage (1)	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 GB 25 GNT	16 GC 22 Bm 17 BC	
TB3 ≤ 150 Bus thermique /jour/sens	2,5 BBTM / 4 BBDP 8 EME Réglage (1)		2,5 BBTM / 4 BBDP 11 GB Réglage (1)		16 GC 20 Bm 16 BC	

EQUIVALENCES: 2,5 BBSG = 4 BBDP = 2,5 BBTM = 2 BB = 1,5 GB = 1 EME

= structure non recommandée

- (1) Réglage = 3 à 5cm de GNT
- (2) 1 x 12 OU 7 + 5 EME

ANNEXES N° 1

CALCUL DE L'INDICE DE GEL ATMOSPHERIQUE DE REFERENCE

$$IR = \left| \sum_{j=1}^{n} T_{moy(^{\circ}C.j)} \right|$$

$$T_{moy}(^{\circ}C) = \frac{T_{\min} + T_{\max}}{2}$$

 T_{min} est la température T minimale quotidienne du jour « j » observée sous abri entre 18h00 la veille (j -1) et 18h00 le jour (j)

 T_{max} est la température T maximale quotidienne du jour « j » observée sous abri entre 6h00 le jour (j) et 6h00 le lendemain (j +1)

ANNEXES N° 2

HYPOTHESES RETENUES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES

Ces hypothèses sont relatives aux paramètres suivants :

1) Durée de service :

Il s'agit de la période, exprimée en années, consécutive à la réalisation de la chaussée pendant laquelle les deux conditions ci-après sont vérifiées :

- la probabilité de rupture par fatigue des éléments du corps de chaussée est inférieure au coefficient de risque retenu,
- la déformation permanente de surface des matériaux non liés reste inférieure au seuil admissible.

2) Coefficient de risque :

Ce chiffre correspond à la probabilité acceptée de rupture des éléments du corps de chaussée les plus sollicités au terme de la durée de service.

3) Agressivité du trafic :

Les hypothèses retenues sont regroupées dans le tableau ci après p 101, où est indiqué, le coefficient de risque en fonction du trafic PL, les durées de service par vocation de voie, et les coefficients d'agressivité retenus (de **0,4** à **0,7**)

4) Le taux de croissance :

Le taux de croissance annuel du trafic PL a été fixé à 4%.

PARAMETRES		TRAFIC POIDS LOURDS EN MJA (1)					
		T0	T1	T2	T3 50	T4	T5
Coeffic	cient de risque	8%	8%	15%	25%	50%	50%
	Transit ou Interurbaine & Z.I.	0,7	0,7 Durée de ser	0,7 vice : 15 ans	0,6		
A VOIE	Liaison ou Structurante		0,6	0,6 Durée de se	0,5 rvice : 8 ans	0,4	
VOCATION DE LA VOIE	Distribution				0,5 Duré	0,4 e de service :	0,4 8 ans
VOCAT	Desserte					0,4 Durée de se	0,4 ervice : 8 ans
	Lotissement & Rurale					0,4 Durée de se	0,4 rvice : 15 ans

(1) MJA: Moyenne Journalière Annuelle par sens

Enfin, les **déformations verticales** $\mathbf{\mathcal{E}_{z}}$ **admissibles** pour les matériaux non liés (Grave non traitée, couche de forme et sol support naturel ou remblai) ont été déterminées de la manière suivante, pour les **chaussées entièrement neuves ou réfection complète** :

T ₀ /T ₁	ε _z = 0,0120. NE	("ornière" cumulée de 15mm)
т ₂	ε _z = 0,0147. NE	(obtenue par interpolation)
т ₂	ε _z = 0,0173. NE	(obtenue par interpolation)
T ₄ /T ₅	ε _z = 0,0200. NE	("ornière" cumulée de 30mm)

			TRAFIC	POIDS L	OURDS	EN MJA	
PARAMETRES		T0 7	T1 300	T2	T3	T4 2	T5
	Transit ou	6 250 000	2 400 000	1 100 000	380 000	Nombre d'	essieux NE
	interurbaine & Z.I.	372	460 Durée de ser	670 vice : 15 ans	1 000	Epsilon	Z en 10 ⁻⁶
VOIE	Liaison ou structurante		1 000 000 560	430 000 825 Durée de se	150 000 1 230 rvice : 8 ans	47 000 1 840	
VOCATION DE LA VOIE	Distribution				150 000 1 230 Duré	47 000 1 840 e de service	16 000 2 330 8 ans
VOCA	Desserte					47 000 1 840 Durée de se	16 000 3 530 ervice : 8 ans
	Lotissement & Rurale					100 000 1 550 Durée de se	35 000 2 330 rvice : 15 ans

5 - GLOSSAIRE

VOCABULAIRE D'UNE STRUCTURE DE CHAUSEE NEUVE THEORIQUE

PFSC I	Plate-Forme	Support	de C	haussé	е

PST Partie Supérieure des Terrassements

AR ARase de terrassement

CdF Couche de Forme

CfR Couche de fin Réglage

PF Plate-Forme

CC Corps de Chaussée

CA Couche d'Assise

CF Couche de Fondation

CB Couche de Base

Couche de Surface

CL Couche de Liaison

CR Couche de Roulement

ABREVIATIONS DU DIMENSIONNEMENT

PST n°i Partie Supérieur des Terrassements cas n°i

ARi Arase de terrassements classe i

PFi Plate-Forme support de chaussées classe i de portance

th État hydrique très humide

h État hydrique humide

m État hydrique moyen

s État hydrique sec

ts État hydrique très sec

Ip Indice de plasticité

IPI Indice Portant Immédiat

W Teneur en eau (Water)

Wn Teneur en eau (Water) naturelle

Dmax Dimension du plus gros élément

VBS Valeur au Bleu de méthylène du Sol

Transport en Commun

MJA Moyenne Journalière Annuelle par sens

PL Poids Lourd

PTCA Poids Total en Charge Autorisé

CU Charge Utile

KN Kilo Newton

Mg Méga gramme (anciennement la tonne)

EV2 Module (EVi) à la plaque au second cycle (i = 2) de chargement

MPa Méga Pascal

PARAMETRES DE TENUE DE LA CHAUSSEE AU GEL / DEGEL

IR	Indice de gei atmospherique de Reference
IA	Indice de gel Admissible
Z	Indice de protection Z apportée par les matériaux non gélifs du corps de chaussée et de la couche de forme
QS	Quantité de gel admissible du Sol Gélif
ZF	Coefficient Z de protection thermique de la couche de F orme
ZC	Coefficient Z de protection thermique des matériaux de Chaussée
ZM	Coefficient Z de résistance Mécanique de la structure
H _F	Épaisseur H de la couche de F orme
Hi	Épaisseur H des couches i
Ai	Coefficient A applicable aux matériaux i
НМ	Épaisseur H des matériaux M du corps de chaussée
SnG	Support non Gélif
SpG	Support peu Gélif
StG	Support très Gélif

6 - BIBLIOGRAPHIE

- 1 BABILOTTE, C. & SOULIE, C. CETE de Lyon Dimensionnement des structures de chaussées communautaires du Grand LYON : Guide technique communautaire. Parution initiale en 1994, 85 pages.
- 2 LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES et LE SERVICE D'ETUDES TEHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES Conception de dimensionnement des structures de chassées : Guide technique national. Décembre 1994.
 - 3 CORDARY, Daniel. Mécanique des sols. Lavoisier Tec & Doc, 1994. 380 pages.
- 4 **DUPONT**, **B. et TRITIGNON**, **J.P.** Unités et Grandeurs : symboles et normalisation. Afnor Nathan Paris 1994. 127 pages.
- 5 MICHAUT, J.P. Vers une méthode explicite de vérification de la tenue des chaussées au gel/dégel. Revue générale des routes et des aérodromes n° 728, Avril 1995, pages 38 à 47.