

GUIDE TECHNIQUE
POUR L'UTILISATION
DES MATERIAUX REGIONAUX
D'ILE-DE-FRANCE

CATALOGUE DES STRUCTURES
DE CHAUSSEES

Décembre 2003

Ce catalogue des structures a été réalisé en 2002, dans le cadre de la Charte pour une gestion durable et une utilisation rationnelle des granulats en Ile-de-France, sous la direction de M. A. DESTOMBES du Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien, par un groupe de travail composé de :

MM. G.	AUSSEDAT	<i>Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction d'Ile-de-France</i>
A.	BAUDUIN	<i>SCREG</i>
J.	VECOVEN	<i>HOLCIM Granulats</i>
P.	COCHET	<i>Laboratoire Régional de l'Est Parisien</i>
A.	DARRIGRAND	<i>Conseil Général des Yvelines</i>
I.	DROUADAINE	<i>EUROVIA représentant l'UNICEM</i>
P.	FOURMONT	<i>Conseil Général de Seine-et-Marne</i>
B.	HUVELIN	<i>RMC</i>
J.M.	LACROSE	<i>Direction Départementale de l'Equipement des Yvelines</i>
R.	MORGADES	<i>COLAS</i>
P.	PERDEREAU	<i>EUROVIA, représentant le SPRIR</i>
G.	PERRIN	<i>SACER, représentant l'UNICEM</i>
J.C.	POUTOUX	<i>Conseil Général du Val-d'Oise</i>
J.P.	TAVENOT	<i>Direction Départementale de l'Equipement de Seine-et-Marne</i>

Contact : D. BROCHARD, Directeur Technique à la Direction Régionale de l'Equipement d'Ile-de-France
E mail : dominique.brochard@equipement.gouv.fr

PREAMBULE

Un recensement général des documents traitant du dimensionnement des chaussées fait apparaître vingt neuf guides ou catalogues de structures de diverses origines.

On trouvera en annexe la liste de ces documents.

Pour les chaussées à faible trafic en Ile-de-France, un catalogue de structures avait été mis au point en 1984 en application du Manuel de Conception édité par le SETRA et le LCPC en juillet 1981. Ce document venait en complément du catalogue des structures de 1977.

Depuis 1984, deux nouveaux documents généraux concernant le dimensionnement des chaussées ont été édités par le SETRA et le LCPC :

- Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994 ;
- Catalogue des structures types de chaussées neuves pour le réseau routier national de 1998.

Ce dernier catalogue, dont l'utilisation est obligatoire dans le cas de travaux réalisés pour la maîtrise d'ouvrage Etat, prend en compte des trafics moyens à élevés avec des matériaux standards nationaux.

Le présent document constitue un complément à ce catalogue des structures en prenant en compte les particularités de la région Ile-de-France :

- . les spécificités des sols et plates-formes rencontrées en Ile-de-France,
- . un éventail de trafic étendu vers les faibles trafics,
- . les matériaux de chaussée les plus fréquemment utilisés en Ile-de-France, et en particulier ceux définis dans les guides techniques pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France.

Les chaussées urbaines à revêtement spécifique ne sont pas traitées dans ce document.

Le présent catalogue se compose :

- d'une notice générale décrivant les paramètres d'entrée et les hypothèses de dimensionnement,
- de fiches donnant les principales caractéristiques des matériaux utilisés,
- d'un jeu de planches de structure donnant les coupes types en fonction de la plate-forme et du trafic retenu.

SOMMAIRE

A - NOTICE GENERALE	5
I/ - TRAFIC	5
I.1/ - Définition du poids lourd	5
I.2/ - Détermination de la classe de trafic Ti	5
I.3/ - Détermination de la classe de trafic cumulé TCi	5
I.4/ - Détermination du trafic TCi en l'absence de données précises	6
II/ - PLATES-FORMES	7
II.1/ - Préambule	7
II.2/ - Les sols en Ile-de-France	9
II.3/ - Amélioration de portance de l'arase	11
II.4/ - Couches de forme	12
II.5/ - Plates-formes obtenues lors de décaissement de chaussées urbaines existantes	14
II.6/ - Contrôle de portance des plates-formes	14
II.7/ - Possibilités de traitement en place des sols rencontrés en Ile-de-France	15
III/ - MATERIAUX DE CHAUSSEES	17
IV/ - DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES	18
IV.1/ - Structures retenues	18
IV.2/ - Choix de la couche de surface	19
IV.3/ - Hypothèses de calcul	20
IV.4/ - Vérification au gel	22
V/ - EXEMPLE D'UTILISATION	26
B - FICHES MATERIAUX	29
I/ - FICHES PRODUITS DES MATERIAUX DE REVETEMENT	31
II/ - FICHES PRODUITS DES MATERIAUX BITUMINEUX POUR ASSISES DE CHAUSSEES	43
III/ - FICHES PRODUITS DES MATERIAUX POUR ASSISES DE CHAUSSEES	49
C - FICHES STRUCTURES	77
ANNEXE :	
Recensement des documents concernant le dimensionnement des chaussées	105

A - NOTICE GENERALE

I - TRAFIC

Le trafic est l'un des paramètres d'entrée du catalogue.

Pour le dimensionnement des chaussées, il est nécessaire de connaître le nombre de poids lourds qu'aura à supporter la chaussée durant sa durée de vie (TC).

Pour le choix des couches de surface, il est nécessaire de connaître la classe de trafic T_i déterminée à partir de la moyenne journalière annuelle en PL à la mise en service (MJA).

Nous allons donc commencer par définir ces différentes notions.



I.1 - Définition du poids lourd

Le poids lourd est défini par la norme NF P 98-082 comme un véhicule dont le poids total est au moins égal à 3,5 tonnes (PTAC \geq 35 kN)

Cette définition diffère sensiblement de celle qui était prise en compte avant 1998 où le poids lourd était défini comme un véhicule dont la charge utile est au moins égale à 5 tonnes (CU \geq 50 kN).

Il est admis que dans les situations courantes, le passage de PL (CU \geq 50 kN) au PL (PTAC \geq 35 kN) est obtenu par un coefficient multiplicateur de 1,25.

$Nb\ PL\ (PTAC \geq 35\ kN) = 1,25 \times Nb\ PL\ (CU \geq 50\ kN)$

TABLEAU 1

MJA PL/sens	0	25	50	85	150	300	750	2000	5000
Classe	T5	T4	T3	T3+	T2	T1	T0	TS	Texp

Dans l'ensemble du document nous retiendrons que sous le terme PL, il s'agit du véhicule de PTAC \geq 35 kN.

I.2 - Détermination de la classe de trafic T_i

Cette classe de trafic T_i est nécessaire pour le choix des couches de surface et des caractéristiques de matériaux à utiliser.

La MJA est la moyenne journalière annuelle par sens, en PL, à la mise en service.

Les classes de T_i retenues sont contenues dans le tableau 1.

I.3 - Détermination de la classe de trafic cumulé TC_i

Il s'agit de déterminer le nombre total de PL que devra supporter la chaussée durant sa durée de vie.

Sauf cas particuliers, la durée de vie pourra être prise à 20 ans pour les chaussées courantes.

Cette durée de vie pourra être portée à 30 ans ou plus pour les voies supportant un trafic important et pour lesquelles il convient de réduire au maximum les opérations d'entretien ultérieures (voies rapides urbaines ...).

Le trafic cumulé TC est obtenu à partir de la relation suivante :

$$TC = 365 \times N \times \left[d + \frac{t \times d \times (d-1)}{2} \right] \times r$$

Cette relation prend en compte une croissance linéaire du trafic :

N : nombre de PL par jour à la mise en service par sens de circulation.

t : taux de croissance linéaire annuel du trafic.

En l'absence d'éléments précis sur ce taux, il sera pris égal à 2 % par défaut en veillant toutefois que ce taux ne conduise pas à atteindre la saturation de la voie.

d : durée de vie, en années.

r : traduit la répartition transversale des PL.

La configuration des routes (2 voies parfois étroites à 2 fois 3 voies ou plus) conduit à une répartition transversale des sollicitations des chaussées.

Les règles suivantes seront adoptées :

Routes bidirectionnelles de largeur \geq 6 m r = 1

Routes bidirectionnelles de largeur de 5 à 6 m r = 1,5

Routes bidirectionnelles de largeur \leq 5 m r = 2

Routes unidirectionnelles r = 1

Routes à 2 fois 2 voies r = 0,9

Routes à 2 fois 3 voies r = 0,8.

L'entrée dans le catalogue s'effectuera à partir de classes de trafic cumulé TC_i

Les classes TC_i retenues sont contenues dans le tableau 2.

La classe TC0 a été introduite dans le cadre de ce document pour permettre la prise en compte de chaussées à très faible trafic.

Pour les trafics inférieurs à $0,01 \cdot 10^6$ PL, la détermination des structures sera réalisée avec cette valeur minimale.

I.4 - Détermination de la classe de trafic TCi en l'absence de données précises

Lorsque les données relatives au trafic PL ne sont pas connues, la détermination de la classe de trafic TCi pourra être effectuée à partir d'éléments simples ou de règles simplificatrices.

Les différents cas suivants peuvent être envisagés :

Cas 1 Seul le nombre total de véhicules est connu (MJA par sens).

Il sera pris alors les valeurs de TC suivantes qui correspondent à un % de PL de 5 % :

$MJA \leq 250$ véh/j TC0
 $250 < MJA \leq 500$ véh/j TC1

$500 < MJA \leq 1500$ véh/j TC2
 $1500 < MJA \leq 3000$ véh/j TC3
 $3000 < MJA \leq 7500$ véh/j TC4

Pour les trafics supérieurs à 7500 véh/j par sens, une évaluation précise du trafic PL est nécessaire.

Cas 2 Voiries des zones d'habitations. Il s'agit dans ce cas d'estimer la classe

de trafic TCi des voies à construire dans le cadre d'aménagements de zones d'habitations.

Suivant la taille de la zone d'habitations et le type de voies, les valeurs à prendre en compte sont indiquées dans le tableau 3.

Au-delà de 1000 logements, une étude de trafic est nécessaire.

TABLEAU 2

Classe Tci	TC0	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8
Valeurs limites TC en PL	$0,01 \cdot 10^6$ à $0,1 \cdot 10^6$	0,1 à $0,2 \cdot 10^6$	0,2 à $0,5 \cdot 10^6$	0,5 à $1,5 \cdot 10^6$	1,5 à $2,5 \cdot 10^6$	2,5 à $6,5 \cdot 10^6$	6,5 à $17,5 \cdot 10^6$	17,5 à $43,5 \cdot 10^6$	> $43,5 \cdot 10^6$

TABLEAU 3

Taille de la zone	Type de voie	Classe TCi
Faible importance (< 50 logements)	Route accès ou de desserte	TC0
Moyenne importance (50 à 500 logements)	Route distribution secondaire	TC0
	Route distribution locale	TC1
Grande importance (500 à 1000 logements)	Route distribution secondaire	TC0
	Route distribution locale	TC1
	Route distribution principale	TC2

II - PLATES-FORMES

II.1 - Préambule

Ce chapitre reprend les éléments contenus dans les documents généraux traitant de ce domaine (GTR et GTS) en essayant, compte tenu des matériaux et pratiques de la région Ile-de-France, d'apporter, pour les cas courants, des simplifications dans l'utilisation de ces guides.

L'ensemble chaussée/couche de forme/sol, peut être représenté de la façon schématique suivante (figure 1).

Portance à court terme / portance à long terme

La réalisation d'une chaussée nécessite une portance minimale de la plate-forme (et donc indirectement de l'arase) au moment des travaux : c'est la portance à court terme. Si cette portance est insuffisante, une amélioration est nécessaire pour réaliser les couches de la chaussée.

Le dimensionnement de la chaussée s'effectue en fonction de la portance à long terme (sous la chaussée en service) de la plate-forme support de chaussée, constituée par le sol terrassé et la couche de forme éventuelle.

La portance à long terme d'une plate-forme support de chaussée dépend donc :

- de la portance du sol support (arase) dans son environnement hydrique à long terme,
- des améliorations éventuelles apportées par l'assainissement et la couche de forme.

Concevoir et réaliser une chaussée nécessite donc la connaissance des portances à court et à long terme des plates-formes.

La portance des sols est liée à leurs caractéristiques géotechniques, et notamment leur sensibilité à l'eau. L'identification géotechnique se fait en référence à la norme NFP 11-300 et l'utilisation de ces sols par rapport au Guide Technique pour la Réalisation des Remblais et des Couches de Forme (LCPC/SETRA Sept. 1992).

Le niveau de précision et la teneur d'une étude géotechnique seront évidemment liés à la complexité du site et à l'importance du projet. Dans de nombreux cas, et notamment lorsque la chaussée est construite au niveau du terrain naturel, l'expérience régionale permet de réduire la reconnaissance géotechnique à une simple vérification.

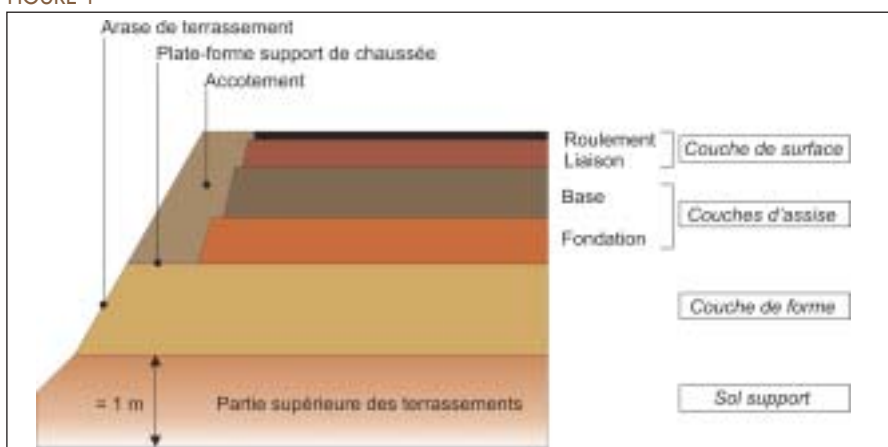
La démarche proposée dans ce guide régional aux concepteurs est la suivante :

- Quel sol va-t-on rencontrer sur le tracé ? Quelle est la portance à court terme de ce sol (après décapage ou après déblais) ? Quelle est la portance à long terme de ce sol une fois la chaussée construite ? La réponse à ces interrogations est fournie pour la majorité des cas rencontrés en Ile-de-France au paragraphe II.2 (tableau 4).
- S'il est souhaité améliorer la portance de l'arase, que ce soit ponctuellement ou de façon générale, comment faire et que va-t-on obtenir dans les cas courants ? La réponse à cette interrogation est apportée dans le paragraphe II.3. Le tableau 5 permet d'indiquer aux concepteurs la portance à court terme ou à long terme au niveau de l'arase.
- Si le niveau de portance considéré au niveau de l'arase ne satisfait pas le concepteur, le paragraphe II.4 (tableau 6) permet de dimensionner une couche de forme. Celle-ci est déterminée à partir de la portance prévisionnelle au niveau de l'arase. Sont considérées de cette façon les couches de forme traitées en place ou rapportées (ces dernières pouvant être en matériaux non traités ou traités).

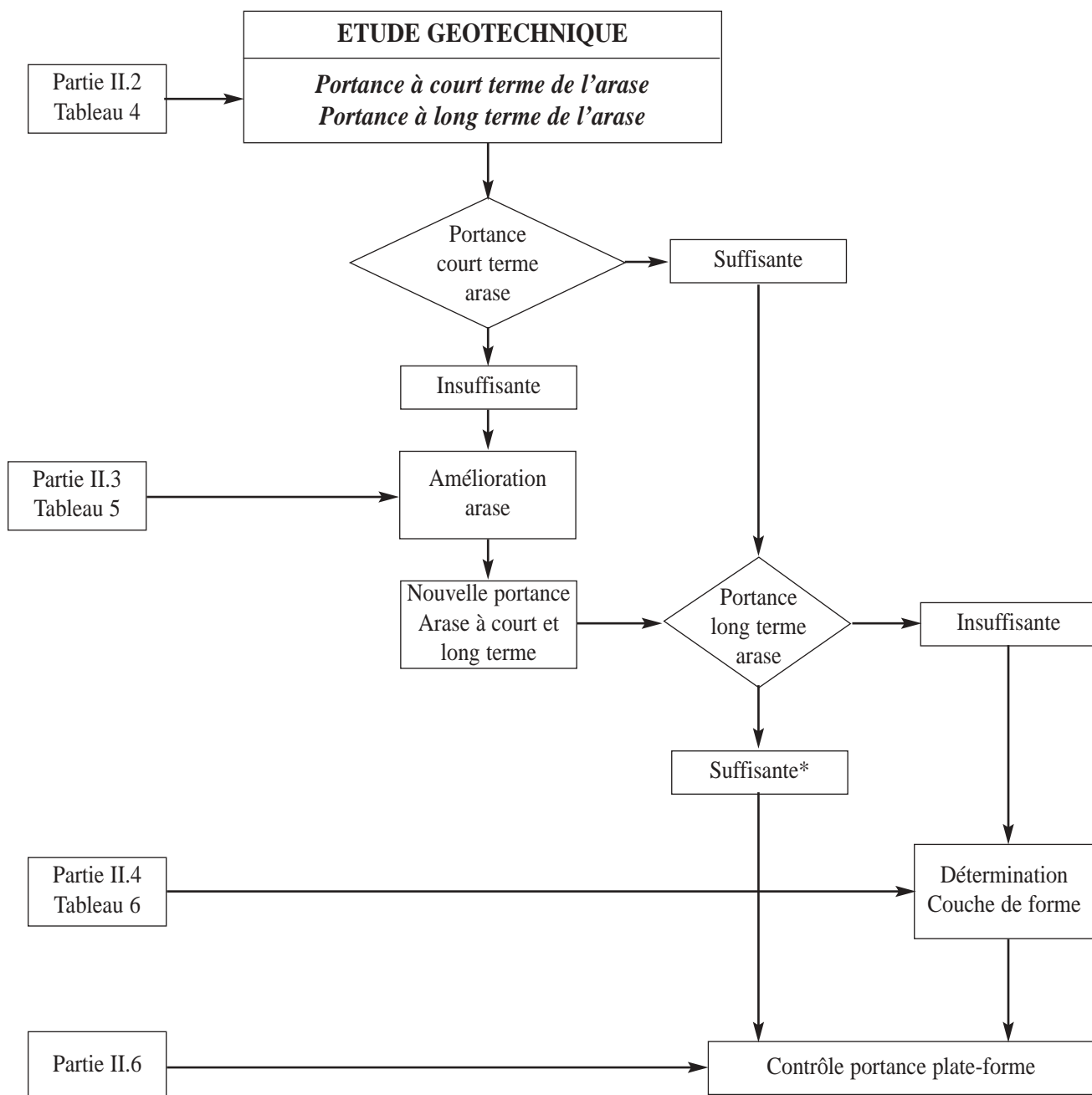
Plates-formes

La démarche suivie, pour ce chapitre, a pour objectif d'obtenir pour le dimensionnement et la réalisation des chaussées des classes de plates-formes (PF1 à PF4). Il est rappelé qu'il n'est pas possible de dimensionner une chaussée avec une portance à long terme de moins de 20 MPa.

FIGURE 1



Le logigramme suivant traduit les phases successives de la démarche à suivre.



* La possibilité éventuelle de se passer d'une couche de forme additionnelle ne peut concerner que les matériaux B1, D1, D2 ou D3.

Les classes de plates-formes sont les suivantes :

PF1⁽¹⁾ : valeur de portance pour le dimensionnement : 20 MPa

PF2 : valeur de portance pour le dimensionnement : 50 MPa

PF3 : valeur de portance pour le dimensionnement : 120 MPa

PF4 : valeur de portance pour le dimensionnement : 200 MPa

Le chapitre II.6 propose des critères de réception des couches de forme en portance (ou en déflexion) pour les chantiers routiers courants en Ile-de-France.

II.2 - Les sols en Ile-de-France

II.2.1 - Nature des sols

La nature géologique des sols rencontrés en Ile-de-France se ramène essentiellement à quatre grandes familles :

→ Les sols fins argileux

Ce sont les sols les plus couramment rencontrés lorsque la chaussée est construite au niveau du terrain naturel. Il s'agit de limons, argiles à silex ou à meulière, éboulis argilo-sableux et des sables infra-gypseux. Les sous-classes de cette grande famille peuvent être distinguées en fonction de l'argilosité du sol (essai de valeur au bleu VBs NFP 94.068 ou indice de plasticité NFP 94.051).

→ Les sols de type marno-calcaires

Il s'agit de mélanges de marnes et de calcaires se présentant sous de



Terrassements dans des sols limoneux

grandes variétés de forme. Ces sous-classes sont différenciées par le pourcentage d'éléments fins et la plasticité des fines.

→ Les sols de type sables et graves

Ce sont des sables fins pouvant être propres ou pollués ainsi que des graves alluvionnaires. Si des sables peuvent être parfois rencontrés en tant que support de chaussée, les graves sont elles très rarement présentes.

→ Les sols remaniés

Ces sols sont constitués par des matériaux d'apport très divers. Un examen particulier est nécessaire non seulement en terme d'identification mais aussi en terme de risques d'éventuels tassements ultérieurs.

Indépendamment de ces 4 types de sols, il existe dans le nord de la Seine-St-Denis et de la Seine-et-Marne, ainsi que dans le Val-d'Oise, des formations gypseuses, peu profondes. Si ces

couches sont traversées par un projet, il est indispensable de prévoir une couche de forme rapportée. De plus, les aspects liés à la solubilisation du gypse devront être appréciés.

II.2.2 - Portance des sols

La quasi-totalité des sols rencontrés en Ile-de-France sont sensibles à l'eau. Cette sensibilité rend leur portance immédiate variable selon leur teneur en eau.

Le tableau 4 présente une classification des 3 premiers types de sols décrits en II.2.1 et précise, en fonction des conditions atmosphériques d'exécution des travaux, le niveau de portance immédiate estimée de ces sols en place (niveau arase).

Cette portance, exprimée en MPa, correspond aux essais de portance suivants :

- essai à la plaque EV₂ : NF P 94.117.1
- essai à la dynaplaque E : Méthode d'essai

⁽¹⁾ Ce type de plate-forme n'est à envisager que pour les chaussées à faible trafic \leq TC3 dans les cas où l'amélioration de portance de l'arase ou la réalisation d'une couche de forme permettant d'obtenir une PF2 n'est pas envisageable. Toutefois pour pouvoir réaliser la chaussée, il est nécessaire d'avoir une portance au moment des travaux de 30 MPa pour les trafics inférieurs à la classe TC3 et 50 MPa pour les trafics de la classe TC3.

Ces limitations ne s'appliquent pas dans le cas de chaussées à faible trafic $TC \leq TC2$ utilisant des matériaux traités en place.

TABLEAU 4
DETERMINATION DES PORTANCES A COURT TERME ET A LONG TERME LES PLUS PROBABLES DANS DES CONDITIONS USUELLES

DESCRIPTION DES SOLS	SOLS FINS ET ARGILES		MARNO-CALCAIRES		SABLES ET GRAVES		
	Principales formations géologiques	Limons, éboulis argilo-sableux ou sablo-argileux, argiles (vertes, blanches), argiles à silex, argiles à meulière, sables infra-gypseux	Alluvions grossières, marnes, marno-calcaire (de Brie, de St-Ouen), marnes et caillasses, calcaire grossier, calcaire de Champigny	Sables et graves alluvionnaires, éboulis sableux, sables fins, sables de Fontainebleau, sables de Beauchamp	Sables alluvionnaires limoneux ou argileux	Sables alluvionnaires propres	Sables alluvionnaires propres (< 12 % fines)
Catégories de sols rencontrés	- limons peu plastiques (Vbs ≤ 6) - argiles et marnes peu plastiques - argiles sableuses sans blocs	- Limons très plastiques (Vbs > 6) - Argiles et marnes plastiques - Argiles sableuses avec blocs - Argiles caillouteuses	Fraction fine élevée (> 20 %)	Fraction fine peu élevée (< 20 %)	- Sables alluvionnaires - Sables fins argileux - Graves argileuses ou limoneuses	- Sables alluvionnaires propres - Sables fins propres (< 12 % fines)	Graves propres
Classification géotechnique (G.T.R.) usuelle	A1 – A2	A3 – C1/A3 – A4	R3 – C1/Ai – C1/Bi	R1 – R2 – C2/Ai – C2/Bi	B2 – B5 – B6 B4 – B3	B1 – D1 *, **, **	D2 – D3 **
PORTANCE A COURT TERME DU SOL (estimations en MPa)	≥ 40 15 à 40	≥ 40 15 à 40	≥ 60	≥ 80	≥ 60	≥ 40	≥ 80
PORTANCE A LONG TERME	Non mesurable à 15	Non mesurable à 15	Non mesurable à 15	10 à 30	Non mesurable à 30	15 à 40	≥ 50
***	20 à < 50 MPa	20 à < 50 MPa	20 à < 50 MPa	20 à < 50 MPa	20 à < 50 MPa	50 à < 80 MPa	≥ 50 à < 120 MPa

Observations :

* Ces sols constituent des matériaux relativement insensibles à l'eau. A noter que la traficabilité des sols D1 par temps sec peut être limitée et que par des conditions mauvaises la portance peut chuter, en particulier pour les sols B1.

** Plus que par le traitement en place, ces sols sont valorisables pour réaliser des matériaux utilisables en assise de chaussées. L'étude doit permettre d'en définir leur domaine d'emploi.

*** Portance à long terme (sans traitement ou couche de forme) une fois la chaussée construite.

Les valeurs indiquées sont des valeurs prévisibles (et non pas contractuelles) qu'il est raisonnablement possible d'obtenir dans 80 % des cas.

Les conditions atmosphériques prises en compte sont les suivantes (valables pour l'Ile-de-France) :

- favorables : période estivale sèche
- moyennes : printemps et automne peu pluvieux, été médiocre
- mauvaises : période hivernale ou longue période pluvieuse

En l'absence de facteurs pouvant influencer de façon favorable (remblai, drainage) ou défavorable (nappe) la teneur en eau d'équilibre du sol, les conditions moyennes de portance sont sensiblement celles qu'il faut considérer en terme de portance à long terme de l'arase en l'absence d'amélioration (voir chapitres II.3 et II.4).

Pour des sols fins présentant de façon permanente des teneurs en eau élevées, il faudra prendre en compte les conditions mauvaises.

Le tableau 4 fait apparaître que dans la majorité des cas rencontrés, la portance des sols à long terme est de l'ordre de 20 à 50 MPa.

II.3 - Amélioration de la portance de l'arase

Pour réaliser le chantier, il est indispensable d'avoir une arase d'au moins 30 MPa.

Les trois techniques d'amélioration de l'arase employées habituellement en Ile-de-France sont traitées dans ce chapitre uniquement sous l'angle de la portance à court terme tel qu'il est nécessaire de l'obtenir pour réaliser le chantier.

Ces techniques sont :

- Le traitement en place pour les matériaux qui le permettent.
- La substitution si le défaut de portance est général et que le traitement en place n'est pas envisageable.
- Les purges quand le défaut de portance est localisé.

Traitement en place

La grande majorité des sols traités en Ile-de-France concerne des sols fins plus ou moins plastiques (sols A1 ou A2) pour lesquels il est possible de donner, à titre indicatif, la définition du traitement (nature et dosage du « liant ») et l'apport de ce traitement en terme de portance obtenue. Ces indications sont données dans le tableau 5. Ce tableau ne borne pas les valeurs de portance obtenues après traitement, cela compte tenu de la multiplicité des cas de figure qui peuvent être rencontrés.

Dans le même esprit, des indications sont données concernant les sols sablo-limoneux (type B5 ou B6) qui sous cet angle peuvent s'apparenter aux précédents.

Dans tous les cas, pour un traitement de sol, les prises de décisions ne peuvent intervenir sans un minimum de reconnaissance et d'étude tel qu'il est précisé dans le GTS (Guide Technique – Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Document LCPC/SETRA - Janvier 2000).

On trouvera dans le chapitre II.7 des indications générales sur les possibilités de traitement en place à la chaux et/ou au ciment des sols rencontrés en Ile-de-France.

Purges – Substitution - Drainage

La technique d'amélioration de la portance de l'arase par exécution de

purges n'est applicable que lorsque le défaut de portance est localisé. Si le défaut est généralisé, il s'agit alors de substitution. Ce cas de défaut généralisé résulte généralement d'une étude préalable insuffisante.

L'exécution de purges ou substitution ne peut être décidée ou prescrite qu'au moment de l'exécution des travaux et à l'issue d'une étude diagnostic permettant d'expliquer le défaut. D'une manière générale un défaut de portance est dû :

- soit à un changement local de l'état du matériau : zone anormalement humide par exemple,
- soit à un changement local de la nature du matériau : poche argileuse ou zone caillouteuse locale interdisant un traitement en place systématique,
- soit à un état du matériau différent, lors de la réalisation des travaux, de celui prévu lors de l'étude préliminaire.

Suivant le cas, différentes solutions sont envisageables parmi lesquelles :

- *le remplacement du matériau (ne peut être efficace que si réalisé sur au moins 35 cm d'épaisseur) ; une épaisseur plus importante peut dans certains cas être nécessaire. L'utilisation d'un géotextile peut permettre une réduction de l'épaisseur du matériau d'apport de l'ordre de 10 à 15 cm.*

La nature du matériau de remplacement dépend du diagnostic réalisé. On préfère souvent des matériaux caillouteux ou insensibles à l'eau mais on peut également utiliser des matériaux sains comparables à ceux qui constituent l'arase là où il n'y a pas de défaut de portance.

• *Le drainage*

Il s'impose chaque fois que l'origine du défaut de portance est la conséquence d'un niveau aquifère trop proche. Il peut être le complément d'une purge par substitution de matériaux mais impose alors que le matériau d'apport soit drainant.

II.4 - Couches de forme

En Ile-de-France, ces couches de forme sont souvent réalisées en sols traités en place (au-dessus de l'arase qui elle-même a déjà pu être traitée).

De nouveaux matériaux, similaires aux précédents, provenant d'installations de recyclage des excédents de déblais de

travaux publics, peuvent être également utilisés en couche de forme rapportée. Les matériaux locaux tels que graves calcaires et stériles alluvionnaires sont couramment utilisés en couche de forme rapportée. Les MIOM et les matériaux obtenus par recyclage des bétons et produits de démolition peuvent également être considérés comme usuels.

Ces matériaux sont définis dans les guides techniques pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France.

On peut aussi concevoir, pour des chantiers particuliers, des couches de forme en matériaux locaux (sables ou

graves) traités en centrale de malaxage avec un liant hydraulique pour obtenir un produit normalisé.

L'épaisseur de la couche de forme, selon la nature du matériau employé et en fonction de la portance initiale de l'arase, est donnée dans le tableau 6 avec en regard le niveau de plate-forme obtenu.

Le cas d'arase particulièrement portante (supérieure à 80 MPa) n'est pas traité dans ce tableau compte tenu du fait que dans ce cas la couche de forme a d'autres objectifs (qualité de réglage, comportement sous trafic, comportement au gel) que celui d'une amélioration de portance.

TABLEAU 5
AMELIORATION DE LA PORTANCE DE L'ARASE PAR TRAITEMENT DE SOL EN PLACE

CLASSE DE SOL	SOLS FINS ET ARGILES		SABLES ET GRAVES			
			B5 / B6		B2 / B3 / B4	
Définition indicative du traitement	Limons type A1 ou A2 : - traitement par 2 à 4 % de chaux Sols fins et argiles type A3 – C1/A3 : - traitement envisageable mais étude nécessaire		Traitement à la chaux comparable à celui des sols fins et argiles		Traitement avec un réactif adapté ; étude nécessaire	
Portance en MPa avant traitement	Non mesurable à 15 conditions mauvaises	15 à 40 conditions moyennes	Non mesurable à 30	30 à 60	Non mesurable à 30	30 à 60
Portance (*) en MPa après traitement sur 35 cm (d'épaisseur efficace)	≥ 20 ***	≥ 30	≥ 30	**	**	**
Portance (*) en MPa après traitement sur 50 cm (d'épaisseur efficace)	≥ 30	≥ 40		**	**	**

(*) Il s'agit de la portance obtenue (ou prévisible) après la réalisation du traitement. En l'absence de couche de forme ultérieure (qu'elle soit rapportée ou par traitement complémentaire avec un liant hydraulique), c'est la valeur de portance à retenir pour le dimensionnement de la chaussée.

(**) Ces cas ne sont pas considérés car la réussite du traitement peut être largement tributaire de la nature du réactif utilisé (exemple cas des sols B3) et d'autre part, il peut être intéressant d'étudier un traitement qui permet d'obtenir une véritable couche de forme, voire une couche de forme/fondation.

(***) Ce cas ne permet pas d'obtenir le minimum de portance souhaitable pour construire la chaussée.

TABLEAU 6

ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE FORME POUR OBTENIR UNE PORTANCE A LONG TERME DE LA PLATE-FORME EN FONCTION DE LA PORTANCE DE L'ARASE LORS DES TRAVAUX ET DU TYPE DE COUCHE DE FORME

PORTANCE DE L'ARASE dans des conditions moyennes	30 à 40 MPa (1)	40 à 60 MPa	60 à 80 MPa
NATURE SOL			
Sols traités en place - limon (sol A) traité à la chaux (0 à 3 %) et avec un liant hydraulique (5 à 8 %) - sols sablo-limoneux (type B) avec traitement adapté - sols graveleux traités avec un liant hydraulique adapté	35 cm → PF2 50 cm → PF3 (2 couches) Cas non considéré *	35 cm → PF3 30 cm → PF3	Cas non considéré (2)
Grave non traitée - graves calcaires concassées - bétons ou produits de démolition recyclés type GR1 du guide technique IDF - matériaux auto-compactants essorables - Stériles de carrières (3)	Géotextile + 40 cm → PF2 Géotextile + 45 cm → PF2	Géotextile + 25 cm → PF2 Cas non considéré (2)	Cas non considéré (2)
MIOM non traités	75 cm → PF2	40 à 50 cm → PF2	Cas non considéré (2)
Sables traités aux liants hydrauliques normalisés, MIOM traités (4) ou matériaux auto-compactants non essorables (5) S2	45 cm → PF3	30 cm → PF3 35 cm → PF4	30 cm → PF4 (6)
Graves traitées aux liants hydrauliques normalisés G2	Cas non considéré (2)	30 cm → PF3	30 cm → PF4 (6)

(1) Le cas de portance d'arase inférieure à 30 MPa nécessite une amélioration de l'arase définie dans le chapitre II-3.

(2) Un cas non considéré ne veut pas dire une interdiction technique, mais une connaissance insuffisante à la date de rédaction du guide, un intérêt économique incertain ou une probabilité de rencontre de ce cas très faible.

(3) Sont assimilés aux GNT les stériles de carrières en alluvionnaires 0/D qui peuvent être employés si la propreté est maîtrisée (fiche produit).

(4) Les MIOM traités aux liants hydrauliques sont assimilables après étude à des S2 (sous réserve d'une fiche technique et de la preuve de la pérennité de leurs caractéristiques mécaniques).

(5) Les matériaux auto-compactants non essorables (en tranchées urbaines – en élargissements) peuvent être assimilés à des S2 selon les caractéristiques mécaniques du produit (fiche technique et étude).

(6) Ce cas précis nécessite une étude spécifique de validation.

Nota : Pour les sols traités en place, ce tableau prend en compte des valeurs de résistance mécanique (au sens du GTR) de classe 5 pour les sols fins ou sablo-limoneux et de classe 4 pour les matériaux graveleux.

Pour les couches de forme rapportées utilisant des matériaux traités en centrale, dans un souci de simplification, il a été retenu des matériaux standards dont les performances répondent à des normes pour des matériaux utilisés en couche de chaussée. Il s'agit là de pratiques courantes en région Ile-de-France utilisées sur de petits chantiers en dérogation des règles générales utilisées en terrassement.

II.5 - Plates-formes obtenues lors des décaissements de chaussées urbaines existantes

La restructuration de chaussées urbaines par décaissement partiel ou total diffère notablement des travaux neufs ou de la réhabilitation des voiries de milieu peu ou pas aggloméré.

En effet, le milieu urbain amène, en règle générale, une forte étanchéification des sols. Cela a pour effet d'entraîner dans le temps, une stabilisation et une consolidation des fonds de forme existants.

De tels travaux nécessitent au préalable, une connaissance la plus précise possible de la structure existante (sondages, historique de la voirie).

La méthode suivante est proposée pour la détermination prévisible de la portance du fond de forme, puis pour la classification de la plate-forme.

Deux cas sont à considérer :

- Cas où il resterait en place 10 cm ou plus de l'ancienne structure.

→ Le niveau de portance en fond de forme est déterminé par calcul à l'envers à partir de la modélisation de l'existant et de la connaissance préalable de la déflexion caractéristique ($m + 2 \sigma$) de la chaussée existante. Ce calcul se fait à l'aide du logiciel Alizé III ou Ecoroute. On détermine ainsi le module à attribuer pour la plate-forme dans le dimensionnement de la nouvelle structure.

- Cas où il resterait moins de 10 cm de l'ancienne structure.

→ Le module est déterminé par les essais de géotechnique.

La classe de plate-forme à prendre en compte dans le dimensionnement résulte des valeurs de ces essais, puis d'un surclassement du niveau des plates-formes pour tenir compte de la stabilisation et de la consolidation de ces sols.

La vérification des hypothèses considérées par cette méthode doit être réalisée. La réception de la plate-forme prend toute son importance car elle seule permet *in fine* de valider les calculs réalisés.

L'obtention d'une plate-forme homogène, élément indispensable, peut nécessiter l'élimination des points faibles à prévoir par purge. On privilégiera, en cas de difficultés de décaissement (présence de réseaux), les matériaux de type auto-compactants ou les matériaux traités en centrale avec des liants hydrauliques.

II.6 - Contrôle de portance des plates-formes

Les couches de forme sont contrôlées à l'aide des essais suivants en fonction de la taille du chantier et de la nature de la couche de forme :

→ Mesure de la portance par l'essai à la plaque EV2 (NFP 94.117.1) ou par l'essai à la dynaplaque E (méthode d'essai).

→ Mesure de la déformabilité (NFP 98.200.1) à la poutre de Benkelman ou au déflectographe sous essieu de 130 kN.

→ Pour les chantiers importants, le contrôle sera réalisé de préférence à partir de mesures de déflexions.

Les tableaux 7, 8 et 9 indiquent les critères de contrôle de la plate-forme qui pourront être exigés.

En ce qui concerne les couches de formes traitées avec un liant hydraulique, les valeurs indiquées ci-dessus et pouvant être contractualisées sont des valeurs à 28 jours. Dans un grand nombre de cas, ce délai ne peut pas être respecté.

La méthodologie suivante est alors proposée :

- soit une épreuve de convenance sur une zone du tracé est réalisée. Puis il est vérifié que la méthodologie des règles de mise en œuvre sont identiques sur l'ensemble du chantier,
- soit à titre informatif, le déflectographe (la plaque ou la dynaplaque) est passé le plus tôt possible et l'on examine le chantier

TABLEAU 7
COUCHE DE FORME NON TRAITEE

Classe de plate-forme visée	Module EV2 ou E en MPa (plaque ou dynaplaque)	Déflexion en mm mesurée au déflectographe Lacroix ou à la poutre Benkelman sous essieu de 130 kN
PF1	(1)	Essai non adapté
PF2	50	2,0
PF3	120	0,9

(1) Pour cette classe de plate-forme, la portance au moment de la réalisation des chaussées doit être au moins de 30 MPa pour les trafics inférieurs à la classe TC3 et 50 MPa pour les trafics de classe TC3. Cette classe de plate-forme n'est pas admise pour les trafics > TC3.

TABLEAU 8
COUCHE DE FORME EN SOLS ARGILEUX OU LIMONS TRAITES EN PLACE

Classe de plate-forme visée	Module EV2 ou E en MPa (plaque ou dynaplaque)	Déflexion en mm mesurée au déflectographe Lacroix ou à la poutre Benkelman sous essieu de 130 kN
PF2	50 à 120	0,80
PF3	120 à 200	0,60
PF4	-	0,50

TABLEAU 9
COUCHE DE FORME EN MATERIAUX SABLEUX OU GRAVELEUX TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Classe de plate-forme visée	Déflexion en mm mesurée au déflectographe Lacroix ou à la poutre Benkelman sous essieu de 130 KN
PF2	0,80
PF3	0,60
PF4	0,50

Remarque : Les points de mesures présentant des valeurs inférieures à celles contenues dans les tableaux doivent faire l'objet d'un examen particulier.

avec des valeurs relatives de façon à déterminer les éventuelles hétérogénéités en fonction du vieillissement de la couche traitée. Les anomalies détectées devront alors être traitées spécifiquement.

II.7 - Possibilités de traitement en place à la chaux et/ou aux liants hydrauliques des sols rencontrés en Ile-de-France

Le tableau 10 présente de façon succincte les possibilités théoriques de traitement en place des sols rencontrés en Ile-de-France.

L'attention du concepteur est attirée sur les points suivants :

- La caractérisation des matériaux, même sommaire, est nécessaire afin de vérifier la classification de ces matériaux et leur homogénéité.
- Il est nécessaire dans le cas des « argiles à meulière ou à silex » de vérifier la compatibilité de taille des blocs par rapport aux possibilités technologiques des machines de traitement des sols.
- Il est utile de vérifier l'aptitude au traitement des matériaux. Cette vérification est obligatoire dans le cas des sables infragypseux ou lorsque

le contexte géologique fait apparaître une probabilité significative d'éléments perturbateurs (sulfates ou matières organiques).

Pour les sulfates, la démarche suivante est proposée afin de limiter le nombre d'étude d'aptitude au traitement : il est réalisé sur le matériau, un essai de teneur en sulfates selon la méthode décrite dans la XP-P18-581.

- Si la teneur totale en sulfates (totaux) est $\leq 0,5 \%$, le matériau est théoriquement traitable.
- Si la teneur totale en sulfates (totaux) est $\leq 0,5 \%$, l'essai d'aptitude au traitement NFP 94.100 doit être obligatoire.

Le guide technique du traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques (SETRA/LCPC – Janvier 2000) permet d'apporter au lecteur les connaissances et précisions supplémentaires.

TABLEAU 10

DESCRIPTION DES SOLS	FAMILLES DE SOLS	SOLS FINS ET ARGILES	MARNO-CALCAIRES	SABLES ET GRAVES
Principales formations géologiques	Limons, éboulis argilo-sableux ou sablo-argileux, argiles (vertes, blanches), argiles à silex, argiles à meulière, sables infra-gypseux	Alluvions grossières, marnes, marno-calcaire (de Brie, de St-Ouen), marnes et caillasses, calcaire grossier, calcaire de Champagne	Sables et graves alluvionnaires, éboulis sableux, sables fins, sables de Fontainebleau, sables de Beauchamp	
Catégories de sols rencontrés	<ul style="list-style-type: none"> . limons peu plastiques (V_{bs} ≤ 6) . argiles et marnes peu plastiques . argiles sableuses sans blocs 	<ul style="list-style-type: none"> . limons très plastiques (V_{bs} > 6) . argiles et marnes plastiques . argiles sableuses avec blocs . argiles caillouteuses 	<ul style="list-style-type: none"> Fraction fine élevée (> 20 %) Fraction fine peu élevée (< 20 %) 	<ul style="list-style-type: none"> . sables alluvionnaires . sables alluvionnaires propres . sables fins propres (< 12 % fines) . Graves propres
Classification géotechnique (G.T.R.) usuelle	A1 – A2	A3 – C1/A3 – A4	R3 – C1Ai – C1/Bi	B2 – B5 – B6 B4 – B3
POSSIBILITE DE TRAITEMENT EN PLACE	OUI solution bien adaptée avec possibilité d'utiliser la même technique en corps de chaussée	Possibilité avec précautions pour les sols A3 et les sols peu caillouteux Non possible dans certaines situations (cas des A4 et des sols avec blocs)	NON malaxage difficile	OUI Solution bien adaptée avec possibilité d'utiliser la même technique en corps de chaussée Pour les sables fins très propres, une correction granulaire est à étudier

III - MATERIAUX DE CHAUSSEE

Les matériaux de chaussée utilisés en Ile-de-France sont élaborés au moyen de granulats "importés" d'autres régions et de matériaux "régionaux" produits en Ile-de-France.

- Les granulats "importés" sont essentiellement des granulats de roches massives. Ils sont utilisés dans la réalisation des couches de roulement et dans les couches de chaussées lorsque les caractéristiques des matériaux "régionaux" n'en permettent pas l'usage pour le trafic envisagé.
- Les matériaux "régionaux" dont les ressources sont très limitées pour certains d'entre eux, comprennent les graves et sables alluvionnaires, les sables de dessablage, les sables fins et

les graves calcaires concassées. A ces matériaux naturels s'ajoutent ceux relevant du recyclage des produits de démolition, de la valorisation des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères et certains types de sols qui après traitement avec un liant hydraulique peuvent, avec des limitations de trafic, être utilisés en couche de chaussée.

Ces matériaux sont décrits, avec les domaines d'emploi, dans les guides techniques pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France :

- les calcaires,
- les chailles,
- les bétons et produits de démolition recyclés,
- les limons,
- les sablons,
- les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères.

Les matériaux utilisés dans les différentes couches de chaussées doivent répondre à des exigences fixées par des normes.

On trouvera en annexe des fiches matériaux donnant leurs caractéristiques principales en fonction de leur utilisation.

Ces fiches concernent les matériaux proposés dans le présent catalogue à savoir :

- Matériaux pour revêtement
 - BBTM (béton bitumineux très mince)
 - BBM (béton bitumineux mince)
 - BBS (béton bitumineux pour chaussées souples à faible trafic)
 - BBSG (béton bitumineux semi-grenu)
 - BBME (béton bitumineux à module élevé).

Remarque : les enduits et enrobés coulés à froid n'ont pas fait l'objet de fiches. Ils peuvent cependant être utilisés comme couche de roulement provisoire ou dans le cas de chaussées à très faible trafic. Cela n'exclut pas leur utilisation en entretien de chaussées plus circulées.

- Matériaux bitumineux pour assises
 - GB (grave bitume)
 - EME (enrobé à module élevé).
 - Matériaux pour assises
 - GNT (graves non traitées)
 - MIOM non traités
 - GH (graves traitées aux liants hydrauliques)
 - SH (sables traités aux liants hydrauliques)
 - MIOM traités aux liants hydrauliques
 - BC (béton de ciment)
 - Matériaux auto-compactants
 - Sols fins traités aux liants hydrauliques

Mise en œuvre d'une couche de fondation en sable traité



IV - DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

Pour ce catalogue nous avons retenu les hypothèses du catalogue national pour le réseau non structurant (VRNS).

Il s'agit donc d'une durée de vie de l'ordre de 20 ans avec un taux annuel de progression de 2 % par défaut.

Pour les voies très circulées où la durée de vie à envisager est nettement supérieure à 20 ans, on se reportera aux fiches relatives aux voies du réseau structurant contenues dans le catalogue de 1998.

Les hypothèses détaillées de calcul sont données dans le paragraphe IV.3.

IV.1 - Structures retenues

Dans ce paragraphe sont indiqués, pour les familles de structures retenues :

- les matériaux utilisés en assises,
- les combinaisons des différents matériaux utilisés,
- les conditions de collage aux interfaces des couches.

IV.1.1 - Structures bitumineuses épaisses

a) Les matériaux utilisés sont les suivants :

- grave bitume de classe 3 (GB3),
- enrobé à module élevé de classe 2 (EME 2).

b) Combinaisons de couches

Couches de surface	Couches de surface
GB3	EME 2
GB3	EME 2

c) Conditions d'interfaces

Toutes couches collées.

IV.1.2 - Structures semi-rigides

a) Le tableau n° 11 donne les matériaux retenus.

TABLEAU 11

Matériau	Classe	Conditions d'utilisation
Grave ciment ou liant routier	G3	Base ou fondation
Grave laitier prébroyé	G3	Base ou fondation
Grave laitier granulé	G2	Base ou fondation
Sable traité	S3	Base ou fondation
Sable traité	S2	Fondation
MIOM traités	S2	Fondation
Sols fins traités en place	Sol 2	Fondation – Base
Sols fins traités rapportés	Sol 2	Fondation ou base
Matériaux auto-compactants	S2 – S3 G2 – G3	Identique à celui du matériau assimilé

b) Structures de référence

Couches de surface	Couches de surface	Couches de surface
GC ou GLR (G3)	GLp (G3)	GLg (G2)
GC ou GLR (G3)	GLp (G3)	GLg (G2)
Couches de surface	Couches de surface	Couches de surface
GC ou GLR (G3)	SC3	GLg (G2)
SC3 ou SC2	SC3	SC3
Couches de surface	Couches de surface	Couches de surface
(ép. ≥ 15 cm)	Sols fins traités en	Sols fins traités
Miom traités S2	place chaux ciment	chaux ciment rapportés

c) Conditions d'interfaces

grave ciment / grave ciment)
grave liant routier / grave liant routier) semi-collée
grave laitier prébroyé / grave laitier prébroyé)
grave laitier granulé / grave laitier granulé	collée
grave traitée / sable traité	semi-collée
sable traité / sable traité	semi-collée
BB / GH ou SH ou MIOM traités	collée
BB / sol traité	semi-collée
Sol fin traité / sol fin traité	semi-collé

IV.1.3 - Structures mixtes

a) Matériaux utilisés

Les matériaux utilisés en fondation sont :
 - les graves et sables traités aux liants hydrauliques,
 - les matériaux auto-compactants.

Le matériau utilisé en couche de base est la grave bitume de classe 3.

b) Combinaisons de couches

<u>Couches de surface</u> GB3	<u>Couches de surface</u> GB3
<u>GC ou GLR (G3)</u>	<u>GLp (G3)</u>
<u>Couches de surface</u> GB3	<u>Couches de surface</u> GB3
<u>GLg (G2)</u>	<u>SC3 ou SC2</u>

c) Conditions d'interfaces

L'interface entre les couches de base et fondation est considérée comme collée à la mise en service. Après rupture de la couche de fondation traitée, l'interface sera considérée comme décollée.

IV.1.4 - Structures souples

a) Matériaux utilisés

Couche de base : grave bitume classe 3 ou GNT type B2.

Couche de fondation : GNT type B2 ou B1.

b) Combinaison de couches

<u>Couches de surface</u> GB3
<u>GNT B2</u>
<u>Couches de surface</u> GB3
<u>GNT A ou B1</u>
<u>Couches de surface</u> GNT B2

c) Conditions aux interfaces

Toutes les couches sont considérées comme collées.

IV.1.5 - Structures béton

a) Les matériaux utilisés sont la dalle béton BC5 en couche de base et le béton maigre BC2 ou une grave ciment en couche de fondation.

b) Combinaison de couches

<u>BC5 ou BC5 avec goujons</u>	<u>BC5</u>
<u>BC2 ou GC3</u>	<u>Couche drainante</u>

c) Conditions aux interfaces

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

IV.2 - Choix de la couche de surface

Toutes les fiches de structure, exceptées celles des chaussées béton, font apparaître une couche de surface notée CS.

Cette couche de surface comprend une couche de roulement et éventuellement une, voire deux couches de liaison.

L'épaisseur de la couche de surface figurant sur les fiches est une épaisseur totale. Elle a été définie selon le trafic et la nature de la couche de base en vue



Mise en œuvre d'un BBTM

d'assurer la protection de la chaussée. Pour la plupart des structures, plusieurs combinaisons de nature de couche de roulement et de couche de liaison sont envisageables.

Le choix de la couche de surface doit s'effectuer en fonction des objectifs recherchés vis-à-vis des caractéristiques d'usage (par exemple l'adhérence, le bruit, le confort par temps de pluie, l'obtention d'un uni en adéquation avec le niveau de service de la route, ...).

IV.3 - Hypothèses de calcul

Les calculs de structures ont été réalisés selon la méthode décrite dans le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

a) Coefficient d'agressivité structurelle moyen du trafic

Les valeurs retenues pour le coefficient d'agressivité sont définies dans le tableau 12.

Pour les chaussées supportant un trafic lourd particulier, il sera nécessaire de recalculer le coefficient d'agressivité (cf. guide technique de 1994).

b) Trafic cumulé utilisé pour le dimensionnement

Le tableau 13 indique, pour chaque classe de trafic cumulé TC_i et pour chaque type de structure, le nombre d'essieux équivalents qui a été utilisé dans le dimensionnement des structures du catalogue.

TABLEAU 12

Couche concernée ou type de structure	Classe de trafic TC _i			
	TC0 - TC1	TC2	TC3	≥ TC4
Plate-forme	0,4	0,5	0,75	1
Bitumineuse épaisse	0,4	0,5	0,5	0,5
Souple (GNT / GNT)	0,4	0,7	1	1
Mixte	0,4	0,5	0,75	0,75
Semi-rigide / béton	0,4	0,8	0,8	0,8

TABLEAU 13

NOMBRE D'ESSIEUX EQUIVALENTS UTILISE DANS LE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES (EN MILLIONS)

Type de structure	Classe de trafic								
	TC0	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8
Bitumineuse épaisse	0,025	0,05	0,1	0,3	0,8	2	5	13	30
Souple (GNT / GNT)	0,07	0,15	0,3	0,7	1,7	4,3	10,4	26	60
Mixte	0,05	0,1	0,2	0,5	1,3	3,2	7,8	19	45
Semi-rigide / béton	0,05	0,1	0,2	0,6	1,4	3,5	8,3	20	48

TABLEAU 14

VALEURS DES RISQUES DE CALCUL

Type structure	Classe de trafic							
	≤ TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8
Chaussées souples et bitumineuses	30 %	30 %	18 %	10 %	5 %	2 %	1 %	1 %
Assises traitées et chaussées béton	20 %	12,5 %	10 %	7,5 %	5 %	2,5 %	1 %	1 %
Fondation des structures mixtes	50 %	50 %	35 %	20 %	10 %	3 %	2 %	1 %

Le nombre d'essieux équivalents est égal au trafic cumulé multiplié par le coefficient d'agressivité.

c) Risque de calcul

Le tableau 14 donne les valeurs de risque de calcul pris en compte en fonction de la classe de trafic cumulé et du type de structure.

d) Matériaux

Les caractéristiques des matériaux prises en compte pour les calculs de dimensionnement sont indiquées sur les fiches matériaux.

Les tableaux 15, 16, 17 et 18 récapitulent l'ensemble de ces caractéristiques.

Il s'agit de valeurs prises en compte pour le dimensionnement. Ces valeurs sont obtenues en appliquant aux valeurs d'étude, les abattements définis dans le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées.

TABLEAU 15
MATERIAUX BITUMINEUX (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

	E en MPa (10°C, 10 Hz)	E en MPa (15°C, 10 Hz)	$\varepsilon_6 \cdot 10^6$ (10°C, 25 Hz)	- 1/b	SN	Sh (m)	Kc
BBSG*	7 200	5 400	100	5	0,25	**	1,1
GB2	12 300	9 300	80	5	0,3	**	1,3
GB3	12 300	9 300	90	5	0,3	**	1,3
EME2	17 000	14 000	130	5	0,25	**	1

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

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

- . Sh = 0,01 m si h < 0,10 m
- . Sh = 0,01 + 0,3 x (h - 0,1) si 0,1 m ≤ h ≤ 0,15 m
- . Sh = 0,025 m si h > 0,15 m

TABLEAU 16
MATERIAUX TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,25)

Matériaux	E (MPa)	σ_6 (MPa)	- 1/b	SN	Sh (m)	K _c	K _d
Grave ciment ou Grave liant routier (classe G3)	23 000	0,75	15	1	0,03	1,4	1
Grave laitier prébroyé (activant sulfatique ou calcique autre que chaux) (classe G3)	23 000	0,80	13,7	1	0,03	1,5	1
Grave laitier granulé (activant sulfatique ou calcique autre que chaux) (classe G2)	20 000	0,65	12,5	1	0,03	1,5	1
Sable laitier (laitier prébroyé)	Classe S2	8 500	0,43	10	0,8	0,025	1,5
	Classe S3	12 500	0,65				
Sable ciment ou liant spécial routier	Classe S2	12 000	0,50	12	0,8	0,025	1,5
	Classe S3	17 200	0,75				
MIOM traités	Classe S1	5 000	0,27	12	0,8	0,025	1,5
	Classe S2	12 000	0,50				
Sols traités en place	Sol S2	3 000	0,30	11	0,8	0,04	1,4
Sols traités rapportés	Sol S2	4 000	0,40	11	0,8	0,025	1,4

NOTA : Les matériaux auto-compactants sont assimilés à des matériaux de classe de performances mécaniques S1 – S2 – S3 – G2 ou G3. Les performances prises en compte pour le dimensionnement sont équivalentes à celles du matériau assimilé.

TABLEAU 17
BETON DE CIMENT (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,25)

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

* goudons conformes à la norme NF A 35-015

IV.4 - Vérification au gel

a) Choix de l'hiver de référence

Le choix d'un hiver de référence conditionne la fréquence des poses éventuelles de barrières de dégel.

En pratique on considère deux situations de référence :

- l'hiver exceptionnel noté HE, qui est l'hiver le plus rigoureux rencontré entre 1951 et 1997,
- l'hiver rigoureux non exceptionnel, noté HRNE défini comme l'hiver de fréquence décennale sur la période 1951 - 1997.

Le tableau 19 donne les valeurs de ces situations de référence pour les stations météo d'Ile-de-France.

Ces valeurs de référence sont à utiliser pour les réseaux situés en rase campagne.

Pour les réseaux situés en site urbain dense, un abattement de 20 % peut être réalisé.

b) Démarche de vérification

La démarche de vérification est analogue à celle décrite dans le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées.

La vérification au gel consiste à comparer :

TABLEAU 18
GRAVE NON TRAITEE (le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

Type de grave	Module E(MPa)	Valeur maxi de E
A ou B1 par couche de 25 cm	2 fois le module de la couche inférieure	200 MPa
B2 par couche de 25 cm	3 fois le module de la couche inférieure	600 MPa

TABLEAU 19

Poste météo		Indice de gel de référence en degrés x jours	
Département	Lieu	HE	HRNE
77	Ferrières	215	80
77	La Ferté Gaucher	195	85
77	Melun	185	85
77	Mitry Mory	185	75
77	Nemours	200	80
77	Touquin	205	85
78	Trappes	200	95
78	Villacoublay	180	90
91	Brétigny	180	90
91	Orly	150	80
95	Cormeilles	190	90
93	Le Bourget	160	100
75	Paris Montsouris	115	< 75

- l'indice de gel atmosphérique de référence noté IR qui caractérise la rigueur de l'hiver vis-à-vis duquel on souhaite protéger la chaussée,

- à l'indice de gel admissible de la chaussée noté IA. Cet indice s'évalue en fonction de la structure de la chaussée, de la sensibilité au gel et de l'épaisseur non gélive du support.

Si $IA \geq IR$, la vérification est positive et la structure peut être retenue.
 Si $IA < IR$, la vérification est négative.

Il convient alors, soit de changer de type de structure, soit de modifier la conception de la couche de forme afin d'obtenir une meilleure protection.

Le schéma (figure 2) explicite la démarche utilisée dans ce catalogue

Pour chaque structure de chaussée proposée, il a été déterminé deux valeurs de QB à obtenir sur la plate-forme pour que la protection soit assurée pour deux types d'hiver de référence (100° x jours pour l'hiver rigoureux non exceptionnel et 200° x jours pour l'hiver rigoureux exceptionnel).

Pour des hivers de rigueur intermédiaire entre ces deux valeurs, une interpolation linéaire pourra être réalisée pour obtenir QB.

La détermination de QB est obtenue à partir de Qg et de Qng.

$$QB = Qg + Qng$$

b.1) Détermination de Qg

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

• Sensibilité au gel des matériaux

Selon leur nature, les sols et matériaux granulaires sont plus ou moins sensibles au phénomène de cryosuccion. Cette sensibilité est appréciée en laboratoire par l'essai de gonflement (NF P 98-234-2). La valeur de la pente de la courbe de gonflement détermine la classe de sensibilité au gel (figure 3).

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

Les matériaux traités uniquement à la chaux seront considérés comme peu gélifs (pente de 0,4).

Dans le cas où il ne serait pas possible de disposer des résultats de l'essai de gonflement, on pourra adopter les classes de sensibilité au gel mentionnées dans le tableau 20 indicatif ci-dessous. On attire l'attention du responsable du projet sur les points suivants :

- les critères géotechniques ne suffisent pas à bien caractériser la sensibilité au gel d'un matériau, qui peut selon sa provenance se trouver dans chacune des trois classes,

FIGURE 2

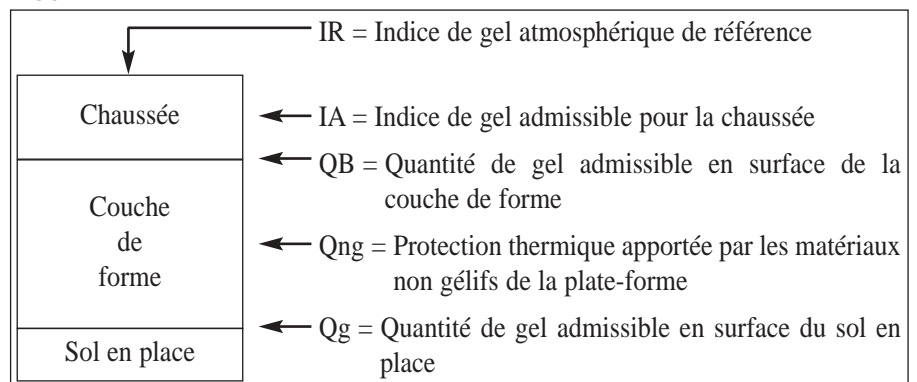


FIGURE 3

	0,05	0,40	Pente de l'essai de gonflement (unité : mm/ $\sqrt[3]{(^\circ\text{C} \times \text{heure})}$)
	SGn	SGp	SGt
Avec	SGn : matériaux non gélifs SGp : matériaux peu gélifs SGt : matériaux très gélifs		

TABLEAU 20

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

- ce tableau a été élaboré en retenant pour chaque matériau la classe de sensibilité la plus élevée dès lors qu'elle a été rencontrée dans plus de 10 % des cas. Une application brutale de ce tableau peut donc conduire à des surestimations, en particulier sur les sols fins,
- en outre, les matériaux grenus sensibles au gel selon l'essai de gonflement ne présentent généralement pas de chute de portance significative.

Il n'est pas possible de se prononcer sur les matériaux ne figurant pas dans le tableau 20 en l'état actuel des connaissances. Pour ces matériaux, un essai de gonflement est indispensable.

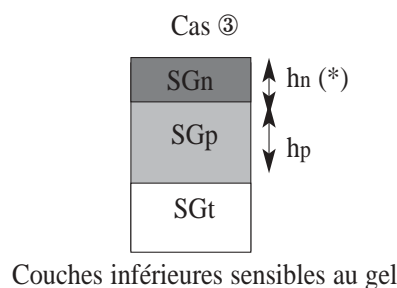
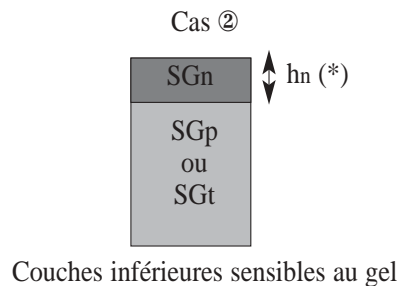
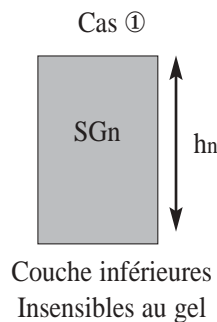
• *Découpage de la plate-forme*

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

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

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

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



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

• *Calcul de Q_g*

La quantité de gel admissible en surface d'un matériau gélif, notée Q_g , est obtenue à partir de la pente à l'essai de gonflement, p , de ce matériau. Le tableau 21 permet de calculer Q_g .

Dans le cas ②, la quantité Q_g en surface du matériau sensible au gel se calcule directement à partir du tableau 21.

Dans le cas ③, on détermine à l'aide du tableau 21, la quantité de gel admissible en surface de chacun des deux matériaux SGp et SGt. On note respectivement ces quantités Q_g (SGp) et Q_g (SGt). La quantité de gel admissible en surface de la couche de matériau peu gélif (SGp) dépend de l'épaisseur h_p de matériaux peu gélifs, et se détermine selon les formules suivantes :

Si $h_p \geq 20$ cm
alors $Q_g = Q_g$ (SGp)

Si $0 \leq h_p < 20$ cm
alors $Q_g = (1/20) \times [Q_g(\text{SGp}) - Q_g(\text{SGt})] \times h_p + Q_g(\text{SGt})$

Ces formules peuvent se traduire graphiquement par le schéma suivant (figure 4).

TABLEAU 21

Quantité de gel admissible en surface d'un matériau gélif			
Valeur de p	0,05 < p ≤ 0,25	0,25 < p ≤ 1	P > 1
Valeur de Qg	4	1/p	0

FIGURE 4

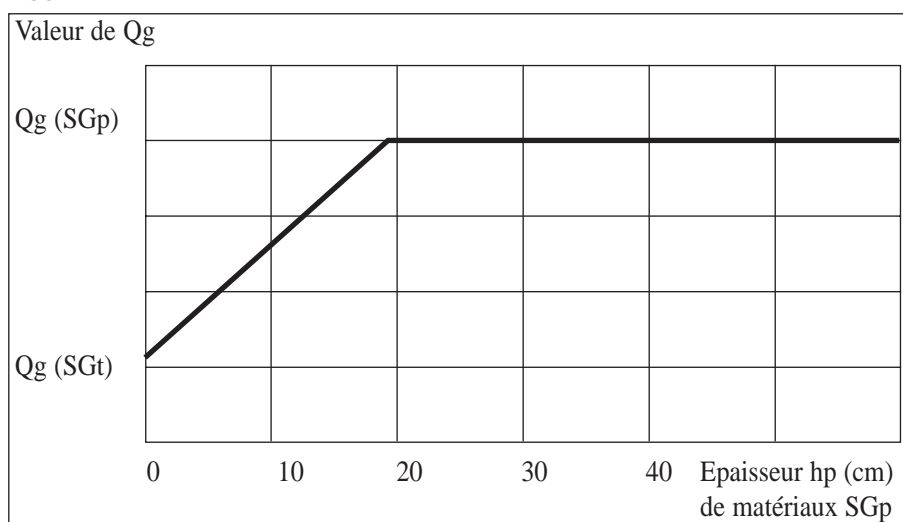


TABLEAU 22

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

(*) A, B, C et D : classes de sols non traités définis par la norme NF P 11-300
 GNT : grave non traitée
 SH : sables traités aux liants hydrauliques
 LTCC : limon traité à la chaux-ciment
 CV : cendres volantes chaux-gypse.

b.2) Détermination de Qng

La valeur de Qng est donnée par la formule :

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

Avec hn : épaisseur de la couche non gélive en cm

An : coefficient dépendant de la nature du matériau de couche de forme

$$\text{(unité : } \sqrt{(^{\circ}\text{C} \times \text{jour})/\text{cm}})$$

Le coefficient An est fourni par le tableau 22.

Valeurs du coefficient An suivant la nature du matériau de couche de forme

b.3) Vérification

Si le QB obtenu à partir de Qg et Qng est supérieur ou égal à la valeur indiquée dans les planches de structures pour un hiver de référence donné, la protection est assurée pour cet hiver.

Par contre si le QB est inférieur, cette protection n'est pas assurée.

Il convient alors soit de modifier la conception de la couche de forme, soit d'utiliser un type de structure différent.

V - EXEMPLE D'UTILISATION

V.1 - Données

Une plate-forme logistique doit être réalisée à échéance de 5 ans avec accès sur une route départementale supportant actuellement un faible trafic (25 PL/j/sens en 2002 avec un taux annuel de progression linéaire de 2 %).

En vue de cette implantation, le Conseil Général a décidé de réaliser, en 2003, une déviation de l'agglomération située en amont du site prévu. Cette plate-forme doit recevoir, à partir de 2007, 100 PL/j. Ces 100 poids lourds entrent et sortent de la plate-forme logistique. Il n'est pas prévu ensuite d'évolution importante du trafic pour la durée de vie de la chaussée qui sera de 20 ans. On retiendra un taux de progression linéaire de 2 %.

Une étude géotechnique a montré que les sols en place sont des limons A2 sur plus de 2 m de profondeur. Ces limons étaient lors de l'étude dans un état très humide.

Une étude d'aptitude au traitement a confirmé la possibilité de traitement en place à la chaux et au ciment.

Les essais de gélivité réalisés antérieurement sur des matériaux de même type ont conduit à un matériau très gélif présentant une pente lors de l'essai au gel de 0,75.

Le site est situé sur un plateau sans contraintes particulières. Les travaux sont prévus en période défavorable (février – mars 2003).

Compte tenu de l'importance stratégique du site, il est retenu une

protection au gel pour l'hiver rigoureux exceptionnel soit 200°xj.

V.2 - Détermination trafic cumulé

Trafic 2002 : 25 PL/j/sens

Trafic 2003 : $25 + (0,02 \times 25) = 25,5$ PL/j/sens

Trafic cumulé de 2003 à 2007

$$TC = 25,5 \times 365 \times \left[\frac{4 + 0,02 \times 4 \times 3}{2} \right]$$

$$TC = 25,5 \times 365 \times 4,12 = 38347 \text{ PL.}$$

Trafic 2007 avant ouverture plate-forme :

$$25 + 5 \times (0,02 \times 25) = 27,5 \text{ PL/j/sens.}$$

Trafic 2007 après ouverture plate-forme :

$$27,5 + 100 = 127,5 \text{ PL/j/sens.}$$

Trafic cumulé de 2007 à 2023, soit durant 16 ans avec une croissance de 2 %

$$TC = 127,5 \times 365 \times \left[\frac{16 + 0,02 \times 16 \times 15}{2} \right]$$

$$TC = 856290 \text{ PL.}$$

Trafic cumulé total : $856290 + 38347 = 894637 \text{ PL.}$

Ce trafic se situe dans la classe TC3.

Pour le choix des caractéristiques des matériaux à utiliser, on retiendra la classe correspondant au trafic durant la plus grande période de la durée de vie de la chaussée. Il s'agit de la classe T3⁺.

V.3 - Détermination plate-forme

Compte tenu du trafic, il est nécessaire d'obtenir une plate-forme PF2.

Le sol en place est un limon A2 dans un état très humide.

Le tableau 4 du chapitre II.2.2 indique une portance de l'arase à court terme prévisible inférieure à 15 MPa.

Une amélioration de l'arase est donc nécessaire.

Le tableau 5 du chapitre II.3 indique qu'un traitement en place avec 2 à 4 % de chaux sur 50 cm d'épaisseur permet d'obtenir une arase présentant une portance supérieure à 30 MPa minimum, nécessaire pour pouvoir réaliser le chantier.

Une couche de forme est donc nécessaire pour obtenir la plate-forme PF2.

Le tableau 6 du chapitre II.4 indique qu'avec une couche rapportée de 35 cm de limon traité à la chaux et au ciment (0 à 3 % chaux et 5 à 8 % de ciment), la plate-forme PF2 sera obtenue.

V.4 - Choix de la structure

La présence d'une centrale de fabrication de matériaux bitumineux à proximité du site conduit à retenir une structure de type 1 qui, pour le couple TC3 – PF2, conduit aux épaisseurs suivantes :

2,5 cm		BBTM
4 cm		BBM
16 cm	-----	Grave bitume type 3
		PF2

V.5 - Vérification au gel

Pour que cette structure assure une protection pour l'hiver rigoureux exceptionnel, il est nécessaire que la quantité de gel (QB) admissible à la

surface de la plate-forme, soit supérieure à 7,5.

Le sol en place est considéré comme très gélif. L'arase constituée par 50 cm de ce sol traité en place est considérée comme peu gélive. Cela correspond à une pente de l'essai de gélivité de 0,4.

Comme cette couche a plus de 20 cm d'épaisseur, le Q_g à prendre en compte est celui d'un sol peu gélif, soit au maximum $1/0,4 = 2,5$.

La protection assurée par la couche de forme constituée de 35 cm de limon

traité à la chaux et au ciment (matériaux non gélifs) est de :

$$Q_{ng} = 0,14 \times \left[\frac{35^2}{35 + 10} \right] = 3,81$$

La protection QB est donc de $2,5 + 3,81 = 6,31$.

Cette valeur étant inférieure à 7,5, la structure associée aux dispositions retenues pour la couche de forme n'assure pas une protection suffisante pour l'hiver rigoureux exceptionnel.

Il sera donc nécessaire de choisir une structure plus épaisse.

- Les structures des fiches 3, 4, 5, 7, 8, 9, permettent, pour le couple TC3 - PF2, de répondre à l'objectif de protection au gel.

- Si l'on souhaite conserver une chaussée bitumineuse (fiche 1), une majoration de l'épaisseur de la couche de forme de 10 cm permet d'assurer la protection au gel désirée. Dans ce cas, la couche de forme de 45 cm de limon traité chaux ciment devra être réalisée.

B - FICHES MATERIAUX

Les fiches matériaux contenues dans ce document concernent les matériaux utilisés le plus fréquemment en Ile-de-France.

Elles donnent des éléments concernant la description des matériaux, les domaines d'utilisation, des conseils, des spécifications à respecter et les caractéristiques mécaniques qui seront prises en compte pour le dimensionnement des structures.

La rédaction des clauses techniques des marchés par le maître d'œuvre peut reprendre certaines données contenues dans ces fiches.

Elles ne se substituent pas aux normes qui, dans tous les cas, constituent la référence à utiliser pour définir les exigences minimales.

Dans de nombreux cas, les fiches définissent pour les granulats, des spécifications supérieures aux normes correspondant à ce qui est disponible sur les centres de fabrication de la région Ile-de-France.

SOMMAIRE

I - Fiches produits des matériaux de revêtement	31
. <i>BBTM</i>	33
. <i>BBM</i>	35
. <i>BBS</i>	37
. <i>BBSG</i>	39
. <i>BBME</i>	41
II - Fiches produits des matériaux bitumineux pour assises.....	43
. <i>GB</i>	45
. <i>EME</i>	47
III - Fiches produits des matériaux pour assises	49
. <i>GNT</i>	51
. <i>MIOM non traités</i>	55
. <i>GTLH</i>	57
. <i>STLH</i>	61
. <i>MIOM traités</i>	63
. <i>Béton de ciment BC5</i>	67
. <i>Béton maigre BC2</i>	69
. <i>Matériaux auto-compactants</i>	71
. <i>Sols traités</i>	75

I - FICHES PRODUITS DES MATÉRIAUX DE REVÊTEMENT

BÉTON BITUMINEUX TRÈS MINCE B.B.T.M. 0/6,3 ET 0/10 DE CLASSES 1 ET 2

XP P 98-137 DE MAI 2001

UTILISATION

- Couche de roulement.
- Epaisseur minimale 2 cm pour le BBTM 0/10 et 1,5 cm pour le BBTM 0/6,3.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 2,5 cm pour le BBTM 0/10 et 2 à 2,5 cm pour le BBTM 0/6,3.

Ce type de couche de roulement est à exclure en couche de roulement de giratoire.

Le BBTM 0/6 de classe 2 est à réserver aux sites pour lesquels l'atténuation du bruit de roulement est recherchée.

Le BBTM 0/10 de classe 2 est à réserver aux sites pour lesquels une macrorugosité importante est recherchée.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 2 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme XP P 98-137, pour les BBTM de classes 1 ou 2.

- Granularité 0/10 ou 0/ 6,3 mm.
- Module de richesse : 3,40 à 3,50.
- Granularité : doit permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques.

CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Trafic	$T \leq T3$	$T2 - T1$	$\geq T0$
Caractéristiques granulats	C IIIa - Ic = 100%	B IIIa - Ic = 100 %	B IIa - Rc \geq Rc ₂

Selon le guide d'application des normes, les granulats devront respecter les spécifications suivantes :

L'utilisation d'agrégats n'est pas autorisée pour ce type de formulation.

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

Trafic	Inférieur ou égal à T2	T1 et T0
Liant	bitume pur 50/70	bitume pur 50/70 ou 35/50 ou bitume modifié par additifs avec un dosage \geq 2,5 %

• LIANT

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 145 et 170°C selon le grade du bitume.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 400 g/m² de bitume résiduel). Pour un trafic supérieur à T 1, une émulsion de bitume modifié par additifs (avec un dosage d'additif supérieur ou égal à 2%) est nécessaire.
- Température de répandage : La température optimale de répandage des BBTM se situe entre 140 et 160° C. La température minimale est de 135° C.

Compte tenu de l'épaisseur faible d'enrobé et d'un refroidissement rapide, la température ambiante doit être supérieure ou égale à 10° C et la vitesse du vent inférieure à 30km/h.

Pour les bitumes modifiés, la température de répandage est indiquée par le fournisseur sur la fiche technique produit.

- Rugosité géométrique :

BBTM 0/6 HS vraie > 0,5
HS vraie moyenne ≥ 0,7
BBTM 0/10 HS vraie > 0,8
HS vraie moyenne ≥ 1.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Module E 15°C, 10 Hz (MPa)	Déformation relative ϵ_6 10°C, 25 Hz (μ def)	Pente - 1/b	Ecart-type fatigue SN
5 400	sans objet	sans objet	sans objet

BÉTON BITUMINEUX MINCE B.B.M DE TYPE A 0/10 ET DE CLASSES 2 ET 3

NF P 98-132 DE JUIN 2000

UTILISATION

Compte tenu de l'expérience régionale, et de la disponibilité de granulats sur centrales, il ne sera retenu de la norme que les formulations de Bétons Bitumineux Minces de granularité 0/10 avec une discontinuité 2/6,3, de type A et de niveau de performances Classes 2 et 3, cette dernière catégorie sera privilégiée pour les trafics supérieurs ou égaux à T 2.

- Couche de liaison ou de roulement.
- Epaisseur minimale 2,5 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 3 à 4 cm.

Ce type de formulation est inadapté en couche de roulement de giratoire de chaussées à trafic T1 et plus.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 2 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-132.

- Module de richesse : 3,30 à 3,55.
- Granularité : 0/10 discontinue entre 2 mm et 6,3 mm, pour permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Le guide d'application des normes donne les caractéristiques intrinsèques et de fabrication suivantes :

Trafic	≤ T3	T2 – T1	≥ T0
Couche de roulement	C IIIa - Ic ≥ 60 %	B IIIa - Ic = 100 %	B IIIa - Rc ≥ Rc ₂
Couche de liaison	D IIIa - Ic ≥ 60 %	C IIIa - Ic = 100 %	C IIIa - Rc ≥ Rc ₂

L'utilisation d'agrégats n'est pas autorisée pour ce type de formulation.

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Trafic	Inférieur ou égal à T3	T1 et T2	T0 et plus
Couche de liaison	50/70	50/70 ou 35/50	35/50
Couche de roulement	50/70	50/70 ou bitume modifié	35/50 ou bitume modifié

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 145 et 170°C selon le grade du bitume.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion au bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température de répandage : la température optimale se situe entre 140 et 160°C, avec au minimum 130°C. Pour les bitumes modifiés, la température est précisée par le fournisseur sur la fiche technique du produit.
- Compactage : l'atelier de compactage défini par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides dont la valeur moyenne est comprise entre 5 et 10 %.
- Rugosité géométrique : en couche de roulement, la hauteur au sable vraie doit être supérieure ou égale à 0,5 mm avec une valeur moyenne supérieure ou égale à 0,7.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35.

	Module E (10°C, 10Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
BBM	7 200	5 400	100	5	0,25

BÉTON BITUMINEUX SOUPLE B.B.S. 0/10 FAIBLE TRAFIC BBS 2

NF P 98-136 DE DÉCEMBRE 1991

UTILISATION

- Couche de roulement chaussée faible trafic sur support déformable ($T < 150 \text{ PL/j/sens}$).
- Epaisseur minimale 3 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 4 - 6 cm.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 2 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-136.

- Module de richesse : $> 3,60$.
- Granularité : doit permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques avec un pourcentage de fines de l'ordre de 8 %.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T3
Caractéristiques intrinsèques et de fabrication	C III a
Angularité	$I_c \geq 60 \%$

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Bitume pur 70/100 ou 50/70.

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 140 et 165°C selon le grade du bitume.

PRECAUTIONS PARTICULIÈRES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion au bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température de répandage : la température optimale se situe entre 140 et 150° C avec au minimum 130° C.
- Compactage : l'atelier de compactage précisé par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides en valeur moyenne compris entre 4 et 9 %.
- Rugosité géométrique : la hauteur au sable vraie devra être supérieure en tous points à 0,3 et supérieure ou égale en valeur moyenne à 0,45.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35.

	Module E (10°C, 10 Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10 Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
BBS	7 200	5 400	100	5	0,25

BÉTON BITUMINEUX SEMI-GRENU B.B.S.G. 0/10 DE CLASSES 1, 2 ET 3

NF P 98-130 DE NOVEMBRE 1999

UTILISATION

- Couche de liaison ou de roulement.
- Epaisseur minimale 4 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 5 - 7 cm.

DOMAINE D'EMPLOI

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T3	T2	T1	T0 et plus
Couche de liaison	classe 1	classe 1	classe 2	classe 3
Couche de roulement	classe 1	classe 2	classe 2 sauf si trafic canalisé classe 3	classe 3

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 2 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-130.

- Module de richesse : supérieur ou égal à 3,40.
- Granularité : doit permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques prescrites par la norme.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Les caractéristiques minimales définies dans le guide d'application des normes sont les suivantes :

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T3	T1 et T2	T0 et plus
en couche de liaison	D III a Ic ≥ 60 %	C III a Ic = 100 %	C III a Rc ≥ Rc ₂
en couche de roulement	C III a Ic ≥ 60 %	B III a Ic = 100 %	B III a Rc ≥ Rc ₂

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T1	T0 et plus
Bitume	50/70 ou 35/50	35/50

Le liant peut être un bitume pur spécial anti-orniérant pour un emploi en couche de roulement sous trafic supérieur à T0.

• AGRÉGATS RECYCLÉS

En couche de liaison, l'emploi d'agrégats recyclés, provenant de fraisage d'enrobés, de démolition d'enrobés ou de surplus de centrales d'enrobage, conformes à la norme XPP 98-135, peut être envisagé sans étude de formulation supplémentaire, en dosage inférieur ou égal à 10 %, sous réserve d'un stock homogène caractérisé par une fiche technique Agrégat d'Enrobés (FTAÉ).

Au-delà d'un dosage supérieur à 10 % et limité à 40 %, une vérification des caractéristiques mécaniques du mélange doit être faite.

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 145 et 170°C selon le grade du bitume.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion au bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température de répandage : la température optimale se situe entre 140 et 160° C avec au minimum 130° C.
- Compactage : l'atelier de compactage précisé par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides en valeur moyenne compris entre 4 et 8 %.
- Rugosité géométrique : en cas d'utilisation en couche de roulement, la hauteur au sable vraie doit être supérieure ou égale à 0,4 mm en tous points et supérieure ou égale à 0,5 en valeur moyenne.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35.

	Module E (10°C, 10 Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10 Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
BBSG	7 200	5 400	100	5	0,25

BÉTON BITUMINEUX A MODULE ÉLEVÉ B.B.M.E 0/10 DE CLASSE 2

NF P 98-141 DE NOVEMBRE 1999

UTILISATION

- Couche de roulement ou liaison pour sites fortement sollicités ($T \geq T2$).
- Couche de roulement pour voies et arrêts de bus.
- Epaisseur minimale : 4 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation : 5 à 7 cm.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 3 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-141, pour un béton bitumineux à module élevé de classe 2.

- Module de richesse : $\geq 3,50$.
- Granularité : doit permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Les caractéristiques minimales ne sont pas définies dans le guide d'application des normes. Elles seront prises égales à celles des BBSG.

Trafic Initial	T1 et T2	T0 et plus
En couche de liaison	C III a Ic =100 %	C III a Rc \geq Rc ₂
en couche de roulement	B III a Ic = 100 %	B III a Rc \geq Rc ₂

Commentaire

Dans un souci de simplification des formulations employées, lié à la disponibilité des matériaux importés sur les postes d'enrobage, des caractéristiques supérieures aux normes sont d'usage en Ile-de-France.

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Bitume pur (NF EN 12591) ou le plus souvent bitume modifié ou bitume spécial (NF T 65-000) utilisé seul ou avec ajout.

• AGRÉGATS RECYCLÉS

En couche de liaison, l'emploi d'agrégats recyclés, provenant de fraisage d'enrobés, de démolition d'enrobés ou de surplus de centrales d'enrobage, conformes à la norme XPP 98-135, peut être envisagé sans étude de formulation supplémentaire, en dosage inférieur ou égal à 10 %, sous réserve d'un stock homogène caractérisé par une fiche technique Agrégat d'Enrobés (FTAÉ).

Au-delà d'un dosage supérieur à 10 % et limité à 40 %, une vérification des caractéristiques mécaniques du mélange doit être faite.

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150. La température d'enrobage est précisée dans la note technique définissant le produit, remise par l'entreprise.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion au bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température de répandage : la température de répandage est indiquée dans la note technique définissant le produit, fournie par l'entreprise.
- Compactage : l'atelier de compactage défini par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides dont la valeur moyenne est comprise entre 4 et 8 %.
- Rugosité géométrique : la hauteur au sable vraie doit être supérieure à 0,4 mm et supérieure ou égale en valeur moyenne à 0,5.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35.

	Module E (10°C, 10 Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10 Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
BBME classe 2	16 000	12 000	100	5	0,25

II/ - FICHES DES MATÉRIAUX BITUMINEUX POUR ASSISES DE CHAUSSÉES

GRAVE BITUME G.B. 0/14 CLASSE 3

NF P 98-138 DE NOVEMBRE 1999

UTILISATION

- Couche de base.
- Couche de fondation.
- Epaisseur minimale 6 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 8 à 14 cm.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 2 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-138, pour une grave-bitume de classe 3.

- Module de richesse : 2,8 à 2,9.
- Granularité : conforme à la norme et permettant d'obtenir les caractéristiques mécaniques souhaitées.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Les caractéristiques des granulats définies dans le guide d'application des normes sont les suivantes :

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T1		Supérieur à T1	
	Fondation	Base	Fondation	Base
Caractéristiques minimales intrinsèques et de fabrication	D III a	D III a	C III a	C III a
Angularité	Ic ≥ 60 %	Ic = 100 %	Ic ≥ 60 %	Ic = 100 %

Pour les trafics ≤ T3, il est possible de réduire l'angularité avec un Ic ≥ 60 % en base et ≥ 30 % en fondation.

Commentaires

Dans un souci de simplification des formulations employées, lié à la disponibilité des matériaux importés sur les postes d'enrobage, des caractéristiques supérieures aux normes sont d'usage en Ile-de-France.

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Bitume pur 35-50, répondant aux spécifications de la norme NF EN 12-591.

• AGREGATS RECYCLÉS

L'emploi d'agrégats recyclés, provenant de fraisage d'enrobés, de démolition d'enrobés ou de surplus de centrales d'enrobage, conformes à la norme XPP 98-135, peut être envisagé sans étude de formulation supplémentaire, en dosage inférieur ou égal à 10 %, sous réserve d'un stock homogène caractérisé par une fiche technique Agrégat d'Enrobés (FTAE).

Au-delà d'un dosage supérieur à 10 % et limité à 40 %, une vérification des caractéristiques mécaniques du mélange doit être faite.



*Centrale de fabrication
équipée pour le recyclage
des agrégats*

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 150 et 170°C.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion de bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température minimale de répandage : 135° C.
- Compactage : L'atelier de compactage précisé par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides moyen, inférieur ou égal à 9%

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35.

	Module E (10°C, 10 Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10 Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
GB classe 3	12 300	9 300	90	5	0,30

ENROBÉ A MODULE ÉLEVÉ E.M.E 0/10 OU 0/14 DE CLASSE 2

NF P 98-140 DE NOVEMBRE 1999

UTILISATION

- Couche de base.
- Couche de fondation.
- Epaisseur minimale 0/10 : 5 cm
0/14 : 6 cm.
- Epaisseur moyenne d'utilisation 0/10 : 6 à 8 cm
0/14 : 7 à 13 cm.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude de niveau 3 au minimum, réalisée selon la norme NF P 98-150 et présentant des caractéristiques mécaniques conformes à la norme NF P 98-140, pour un enrobé à module élevé de classe 2.

- Module de richesse $\geq 3,40$.
- Granularité : doit permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques demandées par la norme.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• GRANULATS

Selon le guide d'application des normes, les caractéristiques minimales des granulats doivent être les suivantes :

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T1		Supérieur à T1	
	Fondation	Base	Fondation	Base
Caractéristiques minimales intrinsèques et de fabrication	D III a	D III a	C III a	C III a
Angularité	Ic $\geq 60 \%$	Ic = 100 %	Ic $\geq 60 \%$	Ic = 100 %

Pour les trafics $\leq T3$, il est possible de réduire l'angularité avec un Ic $\geq 60 \%$ en base et $\geq 30 \%$ en fondation.

Commentaires

Dans un souci de simplification des formulations employées, lié à la disponibilité des matériaux importés sur les postes d'enrobage, des caractéristiques supérieures aux normes sont d'usage en Ile-de-France.

• FINES

Catégorie F2 au sens de la norme XP P 18-540.

• LIANT

Le liant utilisé est :

- soit un bitume spécial de grade 10/20 ou 15/25 ;
- soit un bitume pur de grade 20/30, répondant aux spécifications de la norme NF EN 12-591 ;
- soit un bitume modifié pour obtenir les performances mécaniques visées, en particulier vis-à-vis de l'orniérage.

- **AGREGATS RECYCLÉS**

L'emploi d'agrégats recyclés, provenant de fraisage d'enrobés, de démolition d'enrobés ou de surplus de centrales d'enrobage, conformes à la norme XPP 98-135, peut être envisagé sans étude de formulation supplémentaire, en dosage inférieur ou égal à 10 %, sous réserve d'un stock homogène caractérisé par une fiche technique Agrégat d'Enrobés (FTAÉ).

Au-delà d'un dosage supérieur à 10 % et limité à 40 %, une vérification des caractéristiques mécaniques du mélange doit être faite.

FABRICATION

- Réalisée dans une centrale de classe 2 au sens de la norme NF P 98-150.
- Température d'enrobage entre 150 et 190°C selon le grade du bitume.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Couche d'accrochage : réalisée avec une émulsion de bitume pur à rupture rapide dont le dosage sera adapté à l'état du support (jamais moins de 250 g/m² de bitume résiduel).
- Température minimale de répandage : 140°C, quelles que soient les conditions climatiques de mise en oeuvre.
- Mise en œuvre en arrière-saison ou par conditions climatiques difficiles : Les performances mécaniques de cet enrobé sont conditionnées par l'obtention de teneurs en vides inférieures à 6 %. Le répandage sous la pluie, par des températures au sol inférieures à + 5°C ou par vent froid important est déconseillé.
- Compactage : L'atelier de compactage précisé par le PAQ de l'entreprise doit conduire à un pourcentage de vides en valeur maximale ≥ 6 %

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Coefficient de Poisson = 0.35

	Module E (10°C, 10 Hz) (MPa)	Module E (15°C, 10 Hz) (MPa)	Déformation relative ϵ_6 (10°C, 25 Hz) (μ def)	-1/b	SN
EME classe 2	17 000	14 000	130	5	0,25

III/ - FICHES DES MATÉRIAUX POUR ASSISES DE CHAUSSÉES

GRAVE NON TRAITÉE G.N.T.

NF P 98-129 DE NOVEMBRE 1994

UTILISATION

- Plates-formes supports de chaussées.
- Couches de fondation ou fondation/base.
- Epaisseur de mise en œuvre 15 à 35 cm.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

La norme distingue deux types de Graves non traitées, selon leur mode d'élaboration.

- GNT type A obtenue en une seule fraction directement sur une installation de criblage et concassage, permettant d'obtenir une compacité minimale à l'OPM de 80 %.
- GNT type B obtenue par mélange de deux (ou plusieurs) fractions granulométriques différentes. Elles sont malaxées et humidifiées en centrale, permettant d'obtenir une compacité minimale à l'OPM de 80 % pour la catégorie B1 et 82 % pour la catégorie B2. Ce type de GNT permet d'obtenir une meilleure qualité de mise en œuvre.

La Région Ile-de-France, compte tenu du caractère urbain et de son contexte géologique, possède un nombre important d'installations qui, pour des raisons économiques, produisent essentiellement des GNT de type A. Néanmoins, les Maîtres d'œuvres peuvent prescrire des GNT de Type B pour obtenir des matériaux présentant une courbe granulométrique régulière avec des granulats conformes à leurs exigences et humidifiées à la teneur optimale pour la mise en œuvre.

Les Graves Non Traitées locales sont définies dans les guides techniques pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France et proviennent essentiellement :

- des installations de recyclage de béton et produits de démolition,
- d'un criblage primaire de carrières de calcaire tendre,
- de matériaux alluvionnaires issus de ballastières, fouilles ou chantiers BTP,
- de centrales de malaxage d'assises qui permettent une recombinaison précise et l'humidification du matériau GNT de type B.

Il s'agit de matériaux dont la granularité est généralement 0/20. Des granularités 0/14 ou 0/31,5 sont également possibles.

Des attestations d'emploi régionales peuvent être délivrées par le CFTR pour des produits locaux hors spécifications du référentiel technique général.

CARACTÉRISTIQUES DES GRAVES ET REGLES D'EMPLOI

Les conditions d'emplois sont issues des Guides Techniques pour l'Utilisation des Matériaux Régionaux d'Ile-de-France.

En Couche de Forme, les GNT issues de matériaux de démolition seront du type GR 1.

Les caractéristiques de fabrication et intrinsèques des graves de type B pour les matériaux d'assises de chaussées sont précisées dans le tableau suivant ; il s'agit de caractéristiques minimales.

		Trafic Initial	Inférieur ou égal à T4	T3	T2
Assise	Couche de fondation IC ≥ 30	Granulats XP P 18-540	E IV c	D III b	C III b
		Bétons concassés ⁽¹⁾	GR 2	GR 3	
		Calcaires régionaux IDF ⁽²⁾	F	D – E/F ⁽⁴⁾	
	Couche de base IC ≥ 60	Granulats XP P 18-540	E IV b		
		Bétons concassés ⁽¹⁾	GR 2	GR 3 ⁽³⁾	
		Calcaires régionaux IDF ⁽²⁾	F	D – E/F ⁽⁴⁾	

(1) bétons et produits de démolition recyclés (Cf. Guide technique régional IDF)

(2) calcaires tendres (Cf. Guide technique régional IDF)

(3) la GR3 peut être acceptée pour les trafics T3

(4) pour les granulats de type E ou F, on se reportera aux dispositions indiquées dans le Guide technique régional Ile-de-France concernant les calcaires

Les GNT issues de béton et produits de démolition recyclés doivent présenter une teneur en sulfates solubles dans l'eau (XP P 18-581) inférieure ou égale à 0,7 % (catégorie SSb).

La granularité des GNT doit s'inscrire, pour les catégories de granulats autres que F, dans les fuseaux correspondants de la norme NF P 98-129, spécifiés dans le tableau suivant (tamisats en passants cumulés).

Tamis en mm	Grave 0/14		Grave 0/20		Grave 0/31,5	
	mini	maxi	mini	maxi	mini	maxi
31.5			100	100	85	99
20	100	100	85	99	62	90
10	64	90	55	82	40	70
6.3	45	72	42	70	31	60
4	33	61	32	60	25	52
2	23	50	22	49	18	43
0.5	11	30	11	30	10	27
0.2	7	19	7	20	6	18
0.08	4	10	4	10	4	10

Pour les granulats de type F, les valeurs sont spécifiées dans le tableau suivant :

Tamis en mm	Grave 0/20		Grave 0/31,5	
	mini	maxi	mini	maxi
31.5	100	100	85	99
20	85	99	68	93
10	55	82	47	73
6.3	40	70	37	62
4	32	60	29	53
2	25	49	22	44
0.5	16	30	14	30
0.2	12	22	10	22
0.08	8	16	8	16

Les MIOM non traités sont assimilés à des GNT de type A. Leurs règles d'emploi sont définies dans la fiche matériau, relative aux MIOM non traités.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Les GNT ne peuvent être correctement compactées que si la teneur en eau du matériau est égale, voire légèrement supérieure à la teneur en eau OPM. Les GNT non humidifiées à la production nécessitent un apport d'eau important pour atteindre les conditions optimales de compactage. Il s'avère impossible de mouiller correctement le matériau dès qu'il est répandu. A défaut d'un mouillage au chargement des camions, il faudra procéder à une scarification profonde avant l'apport d'eau suivi d'un brassage en place pour obtenir une répartition homogène.
- Pour des problèmes de respect du nivellement en couche de base, la GNT 0/20 est préconisée.
- Des dispositions spécifiques doivent être précisées dans le PAQ pour éviter la ségrégation à la fabrication et à la mise en oeuvre ainsi que l'évolution granulaire au compactage.
- Pour limiter l'évolution de la teneur en eau, il est nécessaire de réaliser une couche de cure dans les meilleurs délais. Dans le cas d'un recouvrement par des matériaux enrobés, elle sera remplacée par un enduit superficiel.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Par couche de 25 cm

- $E_{GNT} = 2 \times$ le module du sol support ou de la couche inférieure pour les GNT de type A ou B1.
- $E_{GNT} = 3 \times$ le module du sol support ou de la couche inférieure pour les GNT de type B2.

E_{GNT} limité à 200 MPa au maximum pour les GNT de type A ou B1 et à 600 MPa pour les GNT B2.

Coefficient de Poisson $\delta = 0,35$.

Il est possible de caractériser les GNT de type B au moyen de l'essai triaxial à chargement répété (NF P 98-235-1) pour optimiser le dimensionnement dans le cas de variante de structure.

MIOM NON TRAITES

UTILISATION

- Plates-formes supports de chaussées.
- Couche de fondation pour trafic \leq T4.

- Epaisseur de mise en œuvre :
 - 15 à 35 cm en couche de forme
 - 15 à 30 cm en couche de fondation



Vue générale
d'une IME

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Le Guide Technique régional sur les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères retient deux types de caractéristiques :

- **caractéristiques environnementales (test de lixiviation selon norme NF X 31-210)**

Les MIOM utilisés doivent être de catégorie V (valorisable) au sens de la circulaire du ministère de l'environnement du 9 mai 1994.

- **caractéristiques géotechniques**

Les MIOM utilisables sont bien incinérés, criblés, déferrailés et stockés plusieurs mois pour finaliser la maturation chimique et la réduction de la teneur en eau globale du matériau.

Ils sont définis globalement selon les indications du tableau ci-dessous.

Granulométrie	NF P 18-560	0/20 – 0/25 – 0/31.5
Teneur en fines	Passant à 0.08mm	5% à 12%
Propreté des Sables	NF P 18-597	55 > ES > 30
Valeur au Bleu VBS	NF P 94-068	0.01 < VBS < 0.04
Teneur en imbrûlés	Perte au feu 4 h à 500°C	\leq 3%
Caractéristiques Intrinsèques	P 18 573	35 \leq LA \leq 50
	P 18 572	15 \leq MDE \leq 45

L'expérience a montré que les mâchefers régionaux s'inscrivaient, selon leur emploi, dans les spécifications suivantes :

Catégorie du G.T.R. (NF P 11-300)
Catégorie selon la norme (XP P 18-540)
Catégorie selon la norme (NF P 98-129)

F61 – F62
E III a
GNT de typeA
fuseaux 6 et 7

L'Indice Portant Immédiat doit être supérieur à 35.

REGLES D'EMPLOI

L'emploi des MIOM en technique routière est lié aux règles suivantes :

- Conditions de valorisation
 - Règles d'emploi environnementales respectées en référence à la circulaire de 1994
 - catégorie V : valorisable
 - application hors zones inondables et périmètre de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable et à 30 m de tout cours d'eau (niveau des plus hautes eaux connues)
 - Traçabilité du matériau assurée
- Caractérisation du MIOM par une Fiche Technique Produit

PRECAUTIONS PARTICULIERES

La teneur en eau des MIOM à l'application est importante pour la bonne densification du matériau ; on veillera donc à la bonne maîtrise de la teneur en eau de celui-ci.

Les MIOM sont assimilés à des matériaux de classe DC2 en terme de difficulté de compactage.

La fragilité du matériau conduit à éviter l'emploi de matériel lourd de compactage (V5) ou la multiplication excessive du nombre de passes.

Une protection systématique des MIOM est à réaliser après la mise en œuvre afin d'éviter une modification hydrique ou un lessivage du matériau et le protéger des agressions du trafic de chantier. Un enduit gravillonné classique répond aux besoins.

Dans le cadre de l'emploi de MIOM en couche de fondation, il conviendra de respecter les dispositions suivantes :

- Elimination des matériaux non ferreux (aluminium, cuivre étain....).
- Maîtrise de la teneur en eau.

Une couverture minimale des couches d'assises en MIOM par 15 cm de matériaux complémentaires est nécessaire.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

Par couche de 25 cm $E_t = 2 \times$ le module du sol support ou de la couche inférieure.

Et limité à 200 MPa au maximum.

Coefficient de Poisson $\delta = 0,35$.

GRAVE HYDRAULIQUE G.T.L.H. CLASSE G2 OU G3

NF P 98-116 DE FÉVRIER 2000

UTILISATION

- Couches de fondation, base ou fondation/base.
- Epaisseur souhaitable d'utilisation 18 à 28 cm.

Des épaisseurs supérieures peuvent être envisagées avec des ateliers de compactage adaptés.

Des graves traitées aux liants hydrauliques de classe G2 peuvent être employées dans le cadre de réalisation de plates-formes de chaussées avec des matériaux d'apport pour la constitution de plates-formes performantes (cf. Chapitre II du catalogue)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude réalisée selon la norme NF P 98-114-1

- Caractéristiques mécaniques G2 ou G3 au sens de la norme NF P 98-116.
- Granularité : 0/20 ou 0/14 dans fuseau de type 1 pour Trafic initial T2 et type 2 pour Trafic initial T3.

Tamisats en refus cumulés

Tamis en mm	Grave 0/20			Grave 0/14		
	minimum	maxi classe 1	maxi classe 2	minimum	maxi classe 1	maxi classe 2
31.5	100			100		
20	85	100	100			
14				85	100	100
10	55	80	88	68	90	97
6.3	42	66	74	50	72	84
4	32	56	66	38	60	71
2	23	43	54	26	46	56
0.5	11	26	31	13	27	32
0.2	7	17	21	9	19	21
0.08	4	10	12	5	11	12

- Délai de maniabilité (NF P 98-231.5) supérieur à 8 heures aux conditions climatiques du chantier.

DOMAINE D'EMPLOI

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T2	T1 et T0
Couche de Fondation	≥ G2	≥ G2
Couche de Base	≥ G2	≥ G3
Plate-forme	≥ G2	≥ G2

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• LIANTS

CIMENTS

Conforme aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-2 et appartenant aux classes mécaniques :

- Classe 32,5
- Classe 42,5 pour travaux en arrière-saison.

LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER

Liant hydraulique à base de laitier moulu ou de clinker conforme à la norme NF P 15-108, dont la désignation normalisée avec la classe de résistance et la composition devra être fournie avec l'étude de formulation (certains de ces liants ont fait l'objet d'Avis Techniques LCPC - SETRA [CFTR]).

LAITIER

Laitier granulé prébroyé LP 12 au sens de la norme NF P 98-106.

Activation sulfo-calciq, sauf pour les granulats issus de bétons et matériaux de démolition (activation calciq). Ce type de liant n'est plus disponible de manière courante.

Laitier granulé

Activation sulfatique ou calciq autre que chaux.

• GRANULATS

Granulats issus de roches massives, alluvionnaires, de recyclage de bétons et produits de démolition.

Caractéristiques des granulats

Trafic Initial	≤ à T4	T3	T2	T1	T0	
Granulats conformes à la XP P 18-540 ⁽¹⁾	E III b	E III b	E III b	D III b	D III b	
Graves issues de produits de démolition recyclés ⁽²⁾	GR 2	GR 3	GR 3	GR 4		
Calcaires régionaux IDF ⁽³⁾	Base	F	F	F	D	D
	Fondation	F	F	E	E ⁺	E ⁺

(1) y compris granulats issus de produits de démolition recyclés

(2) bétons et produits de démolition recyclés (Cf. Guide technique régional IDF)

(3) calcaires tendres (Cf. Guide technique régional IDF). On se reportera aux dispositions indiquées dans le Guide technique régional Ile-de-France concernant ces matériaux.

NB : Pour les bétons et produits de démolition recyclés, la teneur en sulfates solubles dans l'eau (XP P 18-581) doit être inférieure ou égale à 0,7 % lors de l'emploi de ciments et 1,1 % lors de l'emploi de Liants Hydrauliques Routiers.

Sous-produits : l'emploi de sous-produits dans un mélange de G.T.L.H de classe G2 est envisageable s'il fait l'objet d'une fiche produit complète (granularité, caractéristiques mécaniques, composants chimiques, propreté,...) et qu'une étude de formulation vérifie les qualités requises du mélange et la stabilité dimensionnelle dans le temps.

Les GTLH de classe G2 peuvent être élaborées, pour les chaussées à faible trafic, à partir de GNT de type A, présentant une courbe granulaire régulière, permettant à la formulation de s'inscrire dans les fuseaux granulométriques de prescription.

Des attestations d'emploi régionales peuvent être délivrées par le CFTR pour des produits locaux hors spécifications du référentiel technique général.

• **EAU**

Catégorie 1 dans la norme NF P 98-100.

• **RETARDATEUR DE PRISE**

Conforme à la norme NF P 98-337 et choisi par référence à la norme NF P 98-115.

FABRICATION

• Dans une centrale continue de niveau 2, tel que défini dans la norme NF P 98-732.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- La teneur en eau superficielle de la G.T.L.H doit être maintenue par pulvérisation d'eau au moyen de rampe adaptée ou arrosage au moyen d'une rampe à jets fins, jusqu'à la réalisation de la couche d'accrochage.
- Des dispositions spécifiques doivent être précisées dans le PAQ pour éviter le feuilletage au cours du réglage fin et l'évolution granulaire en cas d'emploi de matériaux tendres ou fragiles. Dans tous les cas le réglage fin doit être obtenu par élimination.
- Pour limiter la fissuration de retrait, la préfissuration est fortement souhaitable en particulier lorsque la couverture bitumineuse est de faible épaisseur ($e < 15$ cm), et pour les chaussées à fort trafic.
- Pour limiter la dessiccation et favoriser le collage des couches de matériaux traités aux liants hydrocarbonés, il est indispensable de réaliser une couche de cure ou un enduit superficiel dans les meilleurs délais.
- Dans le cas de la réalisation de deux couches en matériaux traités aux liants hydrauliques, l'humidification du support devra être assurée par un arrosage avant le répannage de la couche supérieure.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT *

Coefficient de Poisson = 0.25

Matériau	Module E (MPa)	Contrainte σ^6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN Ecart-type log de cycles
Grave ciment ou Grave liant routier G3	23 000	0,75	15	1
Grave laitier prébroyé G3 Activant sulfatique ou calcique autre que chaux	23 000	0,80	13,7	1
Grave ciment ou Grave liant routier G2	20 000	0,65	15	1
Grave laitier granulé G2 Activant sulfatique ou calcique autre que chaux	20 000	0,65	12,5	1

* après abattements sur valeurs d'étude définis dans le Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

SABLE HYDRAULIQUE S.T.L.H. CLASSE S2 OU S3

NF P 98-113 DE MARS 1999

UTILISATION

- Réalisation des couches de fondation.
- Epaisseur souhaitable 18 à 32 cm.
- Epaisseur maximale par couche de 32 cm.

Des épaisseurs supérieures peuvent être envisagées avec des ateliers de compactage adaptés.

Des sables traités aux liants hydrauliques de type S2 peuvent également être employés dans le cadre de réalisation de plates-formes de chaussées avec des matériaux d'apport pour la constitution de plates-formes (cf. Chapitre 2 du catalogue)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Etude réalisée selon la norme NF P 98-114-2.

- Caractéristiques mécaniques S2 ou S3 au sens de la norme NF P 98-113.
- Indice Portant Immédiat du mélange supérieur à 35*.
- Délai de maniabilité (NF P 98-231.5) supérieur à 8 heures aux conditions climatiques du chantier.

* la valeur de 35 déroge au guide d'application des normes en raison de la nécessité d'utiliser des matériaux locaux tels que les sables fins. Des valeurs plus importantes doivent être demandées avec des sables moyens ou grossiers.

DOMAINE D'EMPLOI

La classe mécanique du STLH est définie selon la couche et selon le trafic dans le tableau suivant :

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T4	T3 et T2	T1 et T0
Couche de Fondation	≥ S2	≥ S2	≥ S2
Couche de Base	≥ S2	≥ S3	

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• LIANTS

CIMENTS

Conforme aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-2 et appartenant aux classes mécaniques :

- Classe 32,5
- Classe 42,5 pour travaux en arrière-saison.

LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER

Liant hydraulique à base de laitier moulu ou de clinker conforme à la norme NF P 15-108, dont la désignation normalisée avec la classe de résistance et la composition devra être fournie avec l'étude de formulation (certains de ces liants ont fait l'objet d'Avis Techniques LCPC - SETRA [CFTR]).

LAITIER

Laitier granulé prébroyé LP 12 au sens de la norme NF P 98-106.

Activation sulfo-calciq, sauf pour les granulats issus de bétons et matériaux de démolition (activation calciq).

Ce type de liant n'est actuellement plus disponible de manière courante.

• GRANULATS

Le squelette minéral des sables naturels traités aux liants hydrauliques correspond à des sables fins, sables moyens ou sables grossiers tels que définis dans la norme NF P 98-113 et classé PR 1 ou PR 2 selon leur propreté (VBS selon NF P 94-068 inférieur ou égal à 0,4).

La correction granulaire des sables nécessaire à l'obtention de l'IPI peut être obtenue par l'ajout de sables fillérisés (catégorie c, XP P 18-540), fines (catégorie F4, XP P 18-540) ou de gravillons (D III, XP P 18-540) ou tout autre matériau naturel ou non...

L'emploi de sable de béton et produits de démolition recyclés n'est possible que si la teneur en sulfates solubles dans l'eau (XP P 18-581) est inférieure ou égale à 0,7 % et 1,1 % lors de l'emploi de liants Hydrauliques Routiers.

Sous-produits : l'emploi de sous-produits industriels dans un mélange de S.T.L.H est envisageable s'il fait l'objet d'une fiche produit complète (granularité, caractéristiques mécaniques, composants chimiques, propreté,...) et qu'une étude de formulation vérifie les qualités requises du mélange et la stabilité dimensionnelle dans le temps.

• EAU

Catégorie 1 dans la norme NF P 98-100.

• RETARDATEUR DE PRISE

Conforme à la norme NF P 98-337 et choisi par référence à la norme NF P 98-115.

FABRICATION

• Dans une centrale continue de niveau 2 tel que défini dans les normes NF P 98-115 et NF P 98-732.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- La teneur en eau superficielle du S.T.L.H doit être maintenue par arrosage, par pulvérisation jusqu'à la réalisation de la couche d'accrochage faite sous la forme d'un enduit sur cloutage dans le cas de la mise en œuvre d'un matériau traité aux liants hydrocarbonés.
- Dans le cas de la réalisation de deux couches en matériaux traités aux liants hydrauliques, la mise en œuvre de la deuxième couche doit être précédée d'un arrosage important.
- Des dispositions spécifiques doivent être précisées dans le PAQ, lors de l'emploi de sable fin, pour éviter le feuilletage au cours du réglage fin ou au cours du compactage. Le réglage fin doit se faire obligatoirement par enlèvement du matériau.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT *

Sur la base des sables-ciments et sables-liants routiers.

Coefficient de Poisson = 0.25.

Matériau	Module E (MPa)	Contrainte σ_6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN
STLH S2	12 000	0,50	12	0,8
STLH S3	17 200	0,75	12	0,8

* après abattements sur valeurs d'étude définis dans le Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

MIOM TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Quelques chantiers expérimentaux de Mâchefers d'Incinération d'Ordures Ménagères traités avec un liant hydraulique ont été réalisés en région Ile-de-France.

Les études ont montré un comportement hétérogène (éprouvettes avec bon comportement et éprouvettes avec gonflements).

Le bon comportement en place obtenu sur certains chantiers permet d'envisager sous certaines conditions une utilisation en couche de fondation pour des chaussées à faible trafic.

Pour envisager cette utilisation, il devra être fait la preuve de la maîtrise de la technique à partir de réalisations en MIOM traités dont la pérennité des caractéristiques mécaniques aura été vérifiée.

UTILISATION

- Plates-formes supports de chaussées.
- Couche de fondation.
- Epaisseur de mise en œuvre :
 - 18 à 35 cm en couche de forme
 - 18 à 30 cm en couche de fondation

CARACTERISTIQUES GENERALES

Etude réalisée selon la norme NF P 98-114-2.

• Caractéristiques mécaniques

- Matériaux de classe mécanique 4 ou 3 au sens du GTS.
- S1 ou S2 au sens de la norme NF P 98-113.
- Indice portant immédiat du mélange supérieur à 35.
- Délais de maniabilité (NF P 98-231.5) supérieur à 8 heures aux conditions climatiques du chantier.

• Caractéristiques environnementales (test de lixiviation selon la norme NF X 31-210 ou NF X 31-212 et NF X 31-211)

Les MIOM utilisés doivent être de catégorie V (valorisable) au sens de la circulaire du ministère de l'environnement du 9 mai 1994.

DOMAINE D'EMPLOI

Trafic Initial	Inférieur ou égal à T4	T3 et T2	T1 et T0
Couche de forme	MIOM S1 ou S2	MIOM S1 ou S2	MIOM S2
Couche de fondation	MIOM S2	MIOM S2 *	

* L'utilisation de MIOM traités de classe S2 pour les trafics T2 ne peut être envisagée que dans le cadre de chantiers innovants où un soin particulier doit être apporté dans l'élaboration et le suivi de la réalisation du matériau. Cette utilisation est à exclure actuellement pour les trafics > T2.

CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

• LIANTS

Le choix de la nature du liant utilisé est laissé au fournisseur du matériau. En tout état de cause lorsqu'il s'agit d'un ciment, d'un liant hydraulique routier ou d'un laitier, il sera conforme à la norme considérée. Dans le cas contraire, l'entreprise devra faire la preuve du suivi qualité du liant utilisé.

• MIOM

Les MIOM utilisés sont bien incinérés, criblés, déferrailés et stockés plusieurs mois pour finaliser la maturation chimique et la réduction de la teneur en eau globale du matériau.

L'élimination des matériaux non ferreux, qui provoquent des gonflements par réactions chimiques en présence d'air, devra être réalisée avec soin.

Ils sont définis globalement selon les indications du tableau ci-dessous.

Granulométrie	NF P 18-560	0/20 – 0/25 – 0/31.5
Teneur en fines	Passant à 0.08mm	5% à 12%
Propreté des Sables	NF P 18-597	55 > ES > 30
Valeur au Bleu VBS	NF P 94-068	0.01 <VBS < 0.04
Teneur en imbrûlés	Perte au feu 4 h à 500°C	< 3%

• EAU

Catégorie 1 dans la norme NF P 98-100.

• RETARDATEUR DE PRISE

Conforme à la norme NF P 98-337 et choisi par référence à la norme NF P 98-115.

FABRICATION

Dans une centrale continue de niveau 2 tel que défini dans les normes NF P 98-115 et NF P 98-732.

REGLES D'EMPLOI

L'emploi des MIOM en technique routière est liée aux règles suivantes :

- Règles d'emploi environnementales respectées en référence à la circulaire de 1994
 - catégorie V : Valorisable
 - application hors zones inondables et périmètre de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable et à 30 m de tout cours d'eau (niveau des plus hautes eaux connues).
- Traçabilité du matériau assurée.
- Caractérisation du MIOM par une Fiche Technique Produit.

PRECAUTIONS PARTICULIERES

La teneur en eau des MIOM à l'application est importante pour la bonne densification du matériau ; on veillera donc à une bonne maîtrise de la teneur en eau de celui-ci, en particulier pour éviter toute instabilité par excès d'eau.

Les MIOM sont assimilés à des matériaux de classe DC2 en terme de difficulté de compactage.

La fragilité du matériau conduit à éviter l'emploi de matériel lourd de compactage (V5) ou la multiplication excessive du nombre de passes.

Une protection systématique des MIOM est à réaliser en fin de mise en œuvre afin d'éviter une modification hydrique ou un lessivage du matériau et le protéger des agressions du trafic de chantier. Un enduit gravillonné classique répond aux besoins.

Emploi des MIOM traités en couche de fondation :

Dans le cadre de l'emploi de MIOM traités en couche de fondation, il conviendra de respecter les dispositions suivantes :

- Maîtrise de la teneur en eau
- Etude de formulation selon la norme 98-114-2.

Une couverture des couches d'assises en MIOM traités de l'ordre de 15 cm de matériaux complémentaires est nécessaire.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT *

Elles sont similaires aux caractéristiques des sables traités aux ciments ou liants hydrauliques routiers, sous réserve des précautions particulières précédentes.

Coefficient de Poisson = 0.25.

Matériau	Module E (MPa)	Contrainte σ_6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN
S1	5 000	0,21	12	0,8
S2	12 000	0,50	12	0,8

* après abattements sur valeurs d'étude définies dans le Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

BÉTON DE CIMENT BC 5

NF P 98-170 D'AVRIL 1992

UTILISATION

- Couches de base et/ou couche de roulement.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

- Le béton pervibré devra satisfaire à trois caractéristiques principales pour le mélange hydraulique :

⇒ Résistance mécanique du béton

La résistance mécanique est qualifiée par la « valeur caractéristique » (valeur moyenne moins 2 écarts-types - norme NF P 18-010) atteinte à 28 jours. Elle est mesurée par l'essai de fendage (norme NF P 18-408). Le béton de classe 5 doit avoir une résistance caractéristique au fendage à 28 j ≥ 2.7 MPa. La résistance moyenne à viser lors de l'étude est 3.3 MPa. La remise à la circulation lourde sur les bétons peut se faire dès lors que le béton a atteint dans les conditions *in situ* une résistance à la compression de 20 MPa.

⇒ Résistance au gel et aux fondants

La résistance au gel et aux fondants est rattachée à la teneur en air occlus. Une teneur en air occlus comprise entre 3 et 6 % sera recherchée.

⇒ Consistance du béton

La consistance, visée sur le lieu de mise en œuvre, est adaptée en fonction d'une part des moyens de mise en œuvre et d'autre part de l'usage final du béton.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• CIMENT

Le ciment est conforme aux normes EN 197-1 et EN 197-2.

• GRANULATS

Les granulats sont conformes à l'article 9 de la norme XP P 18-540. Le choix de la catégorie est lié à l'usage final du béton (cf. annexe A de la norme NF P 98-170).

• ADDITIONS, ADJUVANTS, ADDITIFS

Le choix du ou des produits utilisés est laissé au fournisseur du béton. Ces produits seront soit conformes aux normes produits en vigueur, soit feront l'objet d'une fiche technique.

• EAU

L'eau est conforme à la norme XP P 18-303.

FABRICATION

- Le béton doit être fabriqué en centrale conforme à la norme NF P 98-730, classe B ou C.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Il sera tenu compte des temps de transport, particulièrement variables en zone urbaine, sur la chute de maniabilité des bétons entre la fabrication et la mise en œuvre.
- L'emploi de machines à coffrages glissants (matériel de type C de la norme NF P 98-170) est recommandé toutes les fois où la géométrie, la facilité d'accès et l'importance des travaux le permettent. Dans le cas contraire, on pourra utiliser avec beaucoup de précautions un vibro-finisher ou une règle vibrante avec utilisation préalable d'un pervibrateur.
- En couche de roulement, un traitement de surface adéquat est réalisé (striage, dénudage, cloutage, ...)
- En fonction des conditions climatiques, des dispositions seront prises pour éviter une dessiccation superficielle. Dans le cas de fortes températures, la couche de cure sera renforcée (au moins doublée) et le support sera maintenu humide.
- Des joints sont réalisés. On distingue plusieurs types de joints :
 - joints transversaux,
 - joints longitudinaux,
 - joints de dilatation : ces joints ne sont requis que pour séparer complètement la dalle des équipements annexes,
 - joints de construction.

La disposition des joints est fonction des caractéristiques géométriques du projet.

On pourra utilement se reporter au Guide Technique sur les Chaussées en Bétons de 1997 (LCPC - SETRA) pour obtenir plus d'informations sur ce domaine.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT *

Coefficient de Poisson = 0.25

Matériau	Module E (MPa)	Contrainte σ_6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN Ecart-type log de cycles
BC5	35 000	2,15	16	1

* après abattements sur valeurs d'étude définis dans le Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

BÉTON DE CIMENT BC2 BETON MAIGRE

NF P 98-170 D'AVRIL 1992

UTILISATION

- Réalisation des fondations de chaussées à revêtement en béton pervibré et des fondations des chaussées à revêtement en pavés de pierre naturelle ou en béton.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

⇒ Résistance mécanique

La résistance mécanique est qualifiée par la « valeur caractéristique » (norme NF P 18-010) atteinte à 28 jours. Elle est mesurée par l'essai de fendage (norme NF P 18-408). Le béton maigre doit être de classe 2, c'est-à-dire avec une résistance caractéristique au fendage $\geq 1,7$ MPa.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS

• CIMENT

Le ciment est conforme aux normes EN 197-1 et EN 197-2.

• GRANULATS

Les granulats sont conformes à l'article 7 de la norme XP P 18-540.

Trafic initial	Inférieur ou égal à T4	T3 et T2	T1 et T0
Granulats conformes à la XP P 18-540	E III b	E III b	D III B
Bétons et produits de démolition recyclés ⁽¹⁾	GR 2	GR 3	GR 4 admis uniquement pour T1
Calcaires locaux IDF ⁽²⁾	F III b	E III b	E+III b

(1) bétons et produits de démolition recyclés (Cf. Guide technique régional IDF)

(2) calcaires tendres (Cf. Guide technique régional IDF)

• ADDITIONS, ADJUVANTS, ADDITIFS

Le choix du ou des produits utilisés est laissé au fournisseur du béton. Ces produits seront soit conformes aux normes produits en vigueur, soit feront l'objet d'une fiche technique.

• EAU

L'eau est conforme à la norme XP P 18-303

FABRICATION

- Le béton doit être fabriqué en centrale conforme à la norme NF P 98-730, classe B ou C.

PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI

- Il sera tenu compte des temps de transport, particulièrement variables en zone urbaine, sur la chute de maniabilité des bétons entre la fabrication et la mise en œuvre.
- L'emploi de machines à coffrages glissants (matériel de type C de la norme NF P 98-170) est recommandé toutes les fois où la géométrie, la facilité d'accès et l'importance des travaux le permettent. Dans le cas contraire, on pourra utiliser avec beaucoup de précautions un vibro-finiisseur ou une règle vibrante avec utilisation préalable d'un pervibrateur.
- En fonction des conditions climatiques, des dispositions seront prises pour éviter la dessiccation superficielle. Dans le cas de fortes températures, la couche de cure sera renforcée (au moins doublée) et le support sera maintenu humide.
- Le BC2 utilisé en fondation ne nécessite pas de joints transversaux de retrait.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT *

Coefficient de Poisson = 0.25

Matériau	Module E (MPa)	Contrainte σ_6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN Ecart-type log de cycles
BC2	24 000	1,63	15	1

* après abattements sur valeurs d'étude définis dans le guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées de décembre 1994.

MATERIAUX AUTO-COMPACTANTS

DEFINITION - PRINCIPE

Deux produits sont à distinguer.

⇒ Les produits essorables :

La fluidité nécessaire à leur mise en œuvre est assurée par une teneur en eau initiale élevée. Leur capacité portante est obtenue essentiellement par l'évacuation d'une forte partie de cette eau (40 à 50 %) dans les matériaux encaissants, l'empilement optimal des granulats et par la prise et le durcissement du ciment.

⇒ Les produits non essorables :

La fluidité est obtenue par l'utilisation d'adjuvants spécifiques. La capacité portante est engendrée par la prise et le durcissement du ciment.

UTILISATION - DOMAINE D'EMPLOI

- Les matériaux auto-compactants, essorables ou non essorables ont été mis au point pour le remblayage des tranchées et la reconstitution des chaussées sur tranchées.
- Ces derniers peuvent remplir plusieurs fonctions compte tenu de leurs formulations :
 - enrobage,
 - remblai,
 - couche de forme,
 - assises de chaussées.
- La spécificité de ces matériaux (absence de compactage, mise en place aisée, ...) pourra conduire les maîtres d'œuvre ou les entreprises à préconiser leurs utilisations en couches d'assises de chaussées ou couches de forme de terrassement, pour des travaux particuliers (poutres de rives, difficultés d'accès des engins, ...) ou dans des sites difficiles (présence de réseaux, absences de nuisances par vibration, ...).

CARACTERISTIQUES GENERALES

- Les caractéristiques des produits sont fonction de leur usage. Ces derniers font l'objet d'une fiche technique.
- Le tableau suivant précise le type d'étude à mener en relation avec le type et la nature des produits ainsi que l'usage qu'il en est fait.

TYPE DE PRODUIT	NATURE DU PRODUIT	USAGE	ASSIMILE A UN MATERIAU DE TYPE	ETUDE LABORATOIRE	MOYENS DE CONTROLE DE RECEPTION
Essorable	Réexcavable	Remblai	GNT	Non nécessaire	PDG 1000 Panda
		Couche de forme			Essais de plaque Dynaplaque
Cas non considéré					
Non Essorable	Réexcavable	Remblai Couche de forme	Sables traités selon caractérisation mécanique permettant une classification et un dimensionnement afin d'obtenir une classe de plate-forme PF 1, PF 2 ou PF 3	Etude de sol traité (Rc ou Rtb et Ec) selon le GTS	PDG 1000 Panda Essais de plaque Dynaplaque
			Sables traités selon caractérisation mécanique permettant une classification et un dimensionnement afin d'obtenir une classe de plate-forme PF 1, PF 2 ou PF 3	Etude de sol traité (Rc ou Rtb et Ec) selon le GTS	PDG 1000 Panda Essais de plaque Dynaplaque
	Non Réexcavable	Assises de chaussées	MTLH classification selon NF P 98-116 (G2,ou G3) ou NF P 98-113 (S1, S2 ou S3)	Etude de MTLH selon NF P 98-114-1 ou NF P 98-114-2	Epreuves de contrôle 16x32 à la fabrication

- Granularité 0/4 à 0/20 selon emploi et type de produit.
- Selon leur usage, les matériaux auto-compactants sont réexcavables ou non.

Des résistances maximales permettant d'estimer la difficulté sont mentionnées dans le guide du CERTU pour les produits réexcavables.

Rc 28j	< 0.7 MPa	0.7 à 2 MPa	> 2 MPa
Réexcavabilité	Facile	Moyennement facile	Difficile
	Manuelle	Manuelle ou mécanisation légère	Mécanisation

CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

• LIANTS

Ciments conformes aux normes NF EN 197-1 et NF EN 197-2.
Cendres volantes conformes à la norme NF EN 450.

• ADJUVANTS ET ADDITIFS

Le choix de la nature du ou des produits utilisés est laissé au fournisseur du matériau auto-compactant.
Ces produits seront soit conformes à la norme NF EN 932-4, soit feront l'objet d'une fiche technique.

• EAU

Eau conforme à la norme XP P 18.303 pour les centrales BPE et à la catégorie 1 de la norme NF P 98-100 dans le cas des centrales de malaxage.

• GRANULATS

Pour les matériaux auto-compactants utilisés en remblai ou couche de forme, les matériaux sont de type sols et classés selon la norme NF P 11-300.

En ce qui concerne les produits utilisés en assises de chaussées, ils seront fabriqués à partir de granulats conformes à l'article 7 de la norme XP P 18-540 ou à partir de matériaux assimilés à un granulats.

FABRICATION - TRANSPORT

Les matériaux auto-compactants sont fabriqués par des centrales BPE. Les conditions de préparation du mélange (stockage, dosage) de malaxage et de transport sont précisées dans le paragraphe 6 de la norme XP P 18.305.

Il est possible de fabriquer des matériaux auto-compactants non essorables dans des centrales de classe 2 définies dans la norme NF P 98-732.

MISE EN OEUVRE

Comme pour les bétons traditionnels, ces produits ne doivent pas être mis en œuvre (sauf dispositions spéciales) par des températures ambiantes inférieures à 5° C.

D'autre part, ces matériaux très fluides peuvent poser des problèmes pour des pentes supérieures à 10 %.

La mise en œuvre de produits non essorables peut être réalisée en présence d'une faible quantité d'eau dans la fouille : flaques, couches minces, en prenant des précautions pour ne pas les délayer. Pour les produits essorables, la présence d'eau dans la

tranchée ainsi que l'imperméabilité de l'encaissant peuvent augmenter sensiblement les délais de restitution à la circulation. D'une manière générale, une signalisation et des protections sont à prévoir, les matériaux auto-compactants étant particulièrement liquides pendant les deux premières heures, surtout dans le cas des produits non essorables.

• ***Couche de forme/Remblai :***

Les canalisations ainsi que les filets avertisseurs devront être sérieusement arrimés pour ne pas remonter dans le matériau sous la poussée hydrostatique. On utilisera pour ce faire des étriers métalliques, des plots en béton, des calages horizontaux...

• ***Assise de chaussée :***

Le matériau est versé directement sur le support ou la plate-forme.

Pour éviter la ségrégation, la hauteur de chute doit être limitée.

De même, une attention particulière doit être apportée au niveau de la teneur en eau du produit de façon à éviter les remontées de laitance.

L'interface matériaux auto-compactants/produits bitumineux sera réalisé par l'intermédiaire d'une couche d'accrochage classique après durcissement des matériaux.

PRECAUTIONS PARTICULIERES

Les matériaux essorables sont à utiliser uniquement dans les terrains présentant une perméabilité suffisante pour évacuer l'excès d'eau.

Compte tenu du caractère très fluide de ces matériaux à la mise en œuvre, la prise en compte de la pente du projet devra être intégrée dans l'étude de faisabilité (par des dispositifs de construction éventuellement).

• **Traficabilité**

Lorsqu'une des conditions suivantes est vérifiée, la circulation provisoire des véhicules est autorisée :

- PDG 1000 sur 50 cm supérieurs : Enfoncement ≤ 15 mm/coup.
- PANDA sur 50 cm supérieurs : Rp ≥ 8 MPa.
- Essais de plaque : EV2 > 50 MPa.
- Essais Dynaplaque : Module supérieur ou égal à 50MPa.

CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT

En fonction des caractéristiques mécaniques obtenues lors de l'étude de formulation qui ont permis une classification selon les normes NF P 98-116 ou NF P 98-113, les paramètres de dimensionnement seront les suivants :

Coefficient de Poisson = 0.25.

Matériau assimilé	Module E (MPa)	Contrainte σ_6 (MPa)	Pente de fatigue - 1/b	SN
STLH S1	5 000	0,21	12	0,8
STLH S2	12 000	0,50	12	0,8
STLH S3	17 200	0,75	12	0,8
GTLH G2	20 000	0,65	15	1
GTLH G3	23 000	0,75	15	1

SOLS TRAITES

UTILISATION

- Plate-forme support de chaussées.
- Couches de fondation pour trafic \leq T2.
- Couches de fondation base pour trafic \leq T4.
- Epaisseur mise en oeuvre
 - cas de traitement en place 30 à 40 cm
 - cas de matériaux rapportés 20 à 30 cm.

Remarque

- *Le guide de traitement des sols (GTS) fournit des indications sur l'utilisation en plate-forme de chaussée.*
- *Un guide d'utilisation des sols traités en assise de chaussée à paraître fournira des indications sur l'utilisation de ces matériaux en assise de chaussée.*
- *Le guide technique Ile-de-France pour l'utilisation des limons donne également des indications sur l'utilisation de ce type de matériau.*

CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

Les matériaux concernés par cette fiche sont les suivants :

- Sols fins ayant plus de 35 % de fines de catégorie A. Dans le cas d'un usage en assise de chaussée, il est appliqué une limitation de la taille des grains et de l'argilosité. Ainsi, seuls les sols A1 et A2 peuvent être utilisés après traitement en assise.
- Sols de type sable ($D \leq 6,3$) présentant une teneur en fine et une argilosité marquée ($VBS > 0,4$). Il s'agit de matériaux B5 et dans certains cas B2.
- Sols de type grave ($D > 6,3$) présentant moins de 35 % de fines et une argilosité marquée ($VBS > 0,1$). Il s'agit de sols B5, B3 et dans certains cas B4.

L'homogénéité du gisement de matériaux doit avoir été reconnue afin de pouvoir envisager l'utilisation de ces matériaux.

REGLES D'EMPLOI

L'utilisation de ces matériaux nécessite généralement, pour les usages envisagés, un traitement mixte (chaux - ciment).

Dans le cas de traitement en place, l'utilisation d'un malaxeur à rotor horizontal est impérative.

Le traitement peut être réalisé soit directement *in situ*, soit traité en dépôt puis ensuite rapporté.

Le cas de traitement en centrale peut également, dans certains cas, être envisagé.

Le traitement en dépôt ou en centrale permet d'obtenir une meilleure homogénéité de matériau.

Le ciment utilisé est généralement un CEM II A ou B 32,5 selon la norme NF EN 197-1.

Une étude de formulation comportant une identification du matériau, une étude d'aptitude au traitement puis une étude des caractéristiques mécaniques du matériau traité, est nécessaire.

Le niveau d'étude sera d'autant plus élevé que la quantité de matériaux traités est importante et que la valorisation en couche de chaussée est également plus importante.

Les moyens de compactage doivent être adaptés aux épaisseurs qui peuvent être importantes.

PRECAUTIONS D'EMPLOI

- La teneur en eau du matériau d'origine permet de fixer les dosages en chaux.
En cas de matériaux secs, une humidification peut être nécessaire. Elle sera réalisée lors du malaxage.
- La fragilité du matériau conduit à éviter l'emploi de matériel lourd de compactage ou la multiplication excessive du nombre de passes afin d'éviter un feuilletage.
On veillera donc à une bonne adéquation matériau - matériel pour obtenir une bonne qualité d'interface.
- En couche de chaussée, la protection de la surface doit être assurée par un enduit sur cloutage.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Pour le dimensionnement des couches de chaussées utilisant ce matériau, il sera retenu deux types de matériaux dont les caractéristiques correspondent à un sol 2 selon la norme NF 98-114-3.






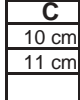
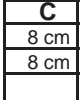
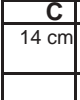
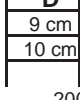
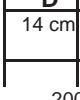
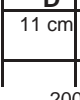
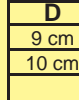

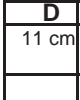
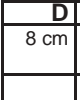




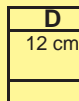

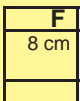
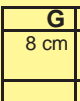




Le guide d'utilisation des sols fins en assise de chaussée, à paraître, définit la caractérisation mécanique des matériaux.

- Sol traité en place reposant sur une arase non traitée de portance < PF2,
 $E = 3000 \text{ MPa}$ - $\sigma_6 = 0,30 \text{ MPa}$.
Cela correspond à des valeurs d'études $E \geq 4615 \text{ MPa}$ - $R_t \geq 0,49 \text{ MPa}$.
- Sol traité en centrale ou en place puis transporté et mis en place sur arase de portance \geq PF2 ou sur une couche de forme traitée en place,
 $E = 4000 \text{ MPa}$ - $\sigma_6 = 0,40 \text{ MPa}$.
Cela correspond à des valeurs d'études $E \geq 5333 \text{ MPa}$ - $R_t \geq 0,56 \text{ MPa}$.

C - FICHES STRUCTURES

Fiche 1	Structure GB3/GB3	79
Fiche 2	Structure EME2/EME2	80
Fiche 3	Structure GC3/GC3	81
Fiche 4	Structure GLP3/GLP3	82
Fiche 5	Structure GC2/GC2	83
Fiche 6	Structure GLg2/GLg2	84
Fiche 7	Structure GC3/SC3	85
Fiche 8	Structure GC3/SC2	86
Fiche 9	Structure SC3	87
Fiche 10	Structure GLg2/SC3	88
Fiche 11	Structure GB3/GC3	89
Fiche 12	Structure GB3/GLp3	90
Fiche 13	Structure GB3/GLg2	91
Fiche 14	Structure GB3/SC3	92
Fiche 15	Structure GB3/SC2	93
Fiche 16	Structure GB3/MIOM S2	94
Fiche 17	Structure Sols traités en place	95
Fiche 18	Structure Sols traités rapportés	96
Fiche 19	Structure GB3/GNT B2	97
Fiche 20	Structure GB3/GNT A ou B1	98
Fiche 21	Structure GNT B2	99
Fiche 22	Structure BC5 non goujonné / BC2	100
Fiche 23	Structure BC5 non goujonné / GC3	101
Fiche 24	Structure BC5 goujonné / BC2	102
Fiche 25	Structure BC5 goujonné / CG3	103
Fiche 26	Structure BC5 non goujonné / CD	104

Structure : GB3/GB3

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7			 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.1	 100°C jour Qb=3.4 200°C.jour Qb=6.4
TC6		 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.7	 100°C jour Qb=3.6 200°C.jour Qb=6.7	 100°C jour Qb=4 200°C.jour Qb=7.1
TC5		 100°C jour Qb=3.4 200°C.jour Qb=6.4	 100°C jour Qb=4.1 200°C.jour Qb=7.3	 100°C jour Qb=4.5 200°C.jour Qb=7.7
TC4		 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=7	 100°C jour Qb=4.6 200°C.jour Qb=7.9	 100°C jour Qb=5.1 200°C.jour Qb=8.5
TC3	 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=7	 100°C jour Qb=4.2 200°C.jour Qb=7.5	 100°C jour Qb=5.1 200°C.jour Qb=8.4	 100°C jour Qb=5.6 200°C.jour Qb=9
TC2	 100°C jour Qb=3.9 200°C.jour Qb=7.5	 100°C jour Qb=4.8 200°C.jour Qb=8.2	 100°C jour Qb=5.5 200°C.jour Qb=8.9	 100°C jour Qb=5.8 200°C.jour Qb=9.3
TC1	 100°C jour Qb=4.8 200°C.jour Qb=8.2	 100°C jour Qb=5.2 200°C.jour Qb=8.8	 100°C jour Qb=6 200°C.jour Qb=9.4	 100°C jour Qb=6.3 200°C.jour Qb=9.8
TC0	 100°C jour Qb=5.1 200°C.jour Qb=8.4	 100°C jour Qb=5.5 200°C.jour Qb=8.9	 100°C jour Qb=6 200°C.jour Qb=9.4	 100°C jour Qb=6.3 200°C.jour Qb=9.8

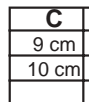
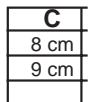
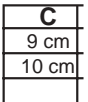
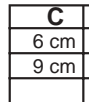
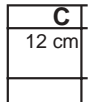
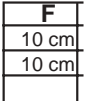
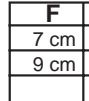
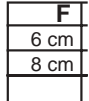
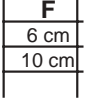
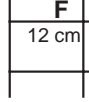
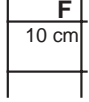
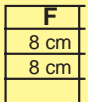
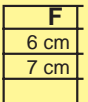
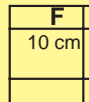
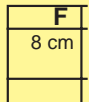
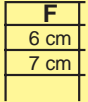
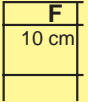
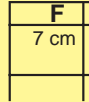
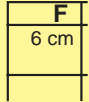
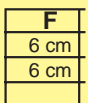
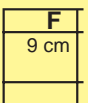
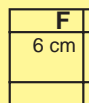
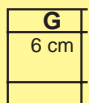
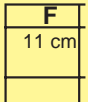
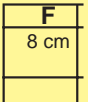
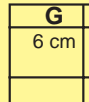
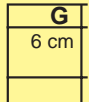
Légende :

A: CS=12cm B: CS=10cm C: CS=8cm D: CS=6cm E: CS=4cm F:CS=2.5cm
G: CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : EME2/EME2

	PF1* 20 Mpa	PF2 50 Mpa	PF3 120 Mpa	PF4 200 Mpa
TC7			 100°C jour Qb=4.2 200°C.jour Qb=7.4	 100°C jour Qb=4.5 200°C.jour Qb=7.7
TC6		 100°C jour Qb=3.9 200°C.jour Qb=7.1	 100°C jour Qb=4.5 200°C.jour Qb=7.8	 100°C jour Qb=5 200°C.jour Qb=8.4
TC5		 200°C.jour Qb=7.8	 100°C jour Qb=5.2 200°C.jour Qb=8.6	 100°C jour Qb=5.5 200°C.jour Qb=8.9
TC4		 100°C jour Qb=5.1 200°C.jour Qb=8.5	 100°C jour Qb=5.7 200°C.jour Qb=9.2	 100°C jour Qb=6 200°C.jour Qb=9.5
TC3	 100°C jour Qb=5.2 200°C.jour Qb=8.6	 100°C jour Qb=5.7 200°C.jour Qb=9.1	 100°C jour Qb=6 200°C.jour Qb=10	 100°C jour Qb=6.5 200°C.jour Qb=10.2
TC2	 100°C jour Qb=5.7 200°C.jour Qb=9.1	 100°C jour Qb=6 200°C.jour Qb=10	 100°C jour Qb=6.9 200°C.jour Qb=10.4	 100°C jour Qb=7.1 200°C.jour Qb=10.7
TC1	 100°C jour Qb=5.7 200°C.jour Qb=9.2	 100°C jour Qb=6.1 200°C.jour Qb=10.1	 100°C jour Qb=7.1 200°C.jour Qb=10.7	 100°C jour Qb=7.7 200°C.jour Qb=11.3
TC0	 100°C jour Qb=5.9 200°C.jour Qb=9.4	 100°C jour Qb=6.5 200°C.jour Qb=10.2	 100°C jour Qb=7.7 200°C.jour Qb=11.3	 100°C jour Qb=7.7 200°C.jour Qb=11.3



























Légende :

A: CS=12cm B: CS=10cm C : CS=8cm D: CS=6cm E: CS=4cm F:CS=2.5cm
G: CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GC3/GC3

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.5
TC6		 100°C jour Qb=0.6 200°C.jour Qb=3.1	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=4.9
TC5		 Qb=1 200°C.jour Qb=3.5	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5
TC4		 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.4	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.8
TC3	 100°C jour Qb=0.9 200°C.jour Qb=3.4	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.7	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.2
TC2	 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.8	 100°C jour Qb=3 200°C.jour Qb=6	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.4
TC1	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=4.1	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.6	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.4	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.6
TC0	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.7	 100°C jour Qb=3.6 200°C.jour Qb=6.6	 100°C jour Qb=3.7 200°C.jour Qb=6.8


























Légende :

- A: CS=12cm B: CS=10cm C : CS=8cm D : CS=6cm E: CS=4cm F:CS=2.5cm
 G: CS= ES


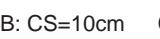
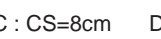




* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GLP3/GLP3

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6		 100°C jour Qb=0.6 200°C.jour Qb=3.1	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=4.9
TC5		 Qb=1 200°C.jour Qb=3.5	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5
TC4		 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5	 100°C jour Qb=3 200°C.jour Qb=5.9
TC3	 100°C jour Qb=1 200°C.jour Qb=3.5	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=2.8 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=6.3
TC2	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.3	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=6.3	 100°C jour Qb=3.4 200°C.jour Qb=6.4
TC1	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=2.8 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.4 200°C.jour Qb=6.4	 100°C jour Qb=3.6 200°C.jour Qb=6.7
TC0	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.1	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.6	 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=6.9




















Légende :

 A: CS=12cm	 B: CS=10cm	 C : CS=8cm	 D : CS=6cm	 E / CS=4cm	 F:CS=2.5cm
 G: CS= ES					

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GC2/GC2

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4		 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=4.7
TC3	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=4.7	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.2
TC2	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5
TC1	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=3.4	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.8
TC0	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.8	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=6.1

Légende :

A : CS=12cm B : CS=10cm C : CS=8cm D : CS=6cm E : CS=4cm F : CS=2.5cm
 G : CS=ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GLg2/GLg2

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4		 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=4.7
TC3	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=4.7	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.2
TC2	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5
TC1	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=3.4	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.8
TC0	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.8	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=6.1

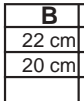
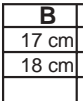
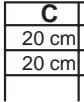
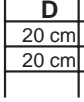
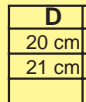
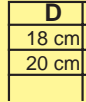
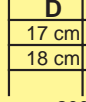
Légende :

	A. CS=12cm		B. CS=10cm		C. CS=8cm		D. CS=6cm		E. CS=4cm		F. CS=2.5cm
	G. CS= ES										


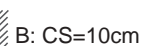
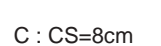
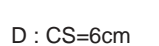



* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GC3/SC3

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				cf fiche n°3
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=0 Qb=2.4	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.2 Qb=3.8	cf fiche n°3
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.4 Qb=2.9	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC4		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.6 Qb=3.2	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC3	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.4 Qb=3	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC2	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.8 Qb=3.4	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC1	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.4 Qb=4	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC0	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3











Légende :

 A : CS=12cm  B : CS=10cm  C : CS=8cm  D : CS=6cm  E : CS=4cm  F : CS=2.5cm
 G : CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GC3/SC2

	PF1* 20 Mpa	PF2 50 Mpa	PF3 120 Mpa	PF4 200 Mpa
TC7			 100°C jour 200°C.jour Qb=0.6 Qb=3.7	cf fiche n°3
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=0 Qb=1.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=1 Qb=3.7	cf fiche n°3
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.1 Qb=2.6	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC4		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.5 Qb=3.2	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC3	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.1 Qb=2.6	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.2 Qb=4	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC2	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.4 Qb=3.1	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC1	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.8 Qb=3.6	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3
TC0	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.2 Qb=4.1	cf fiche n°3	cf fiche n°3	cf fiche n°3

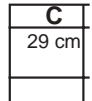
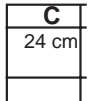
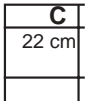
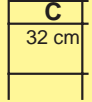
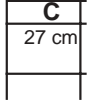
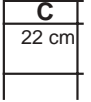
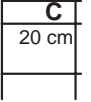
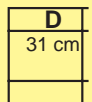
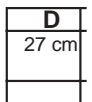
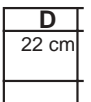
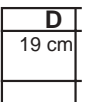
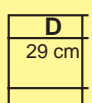

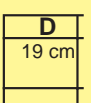
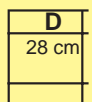
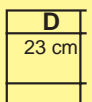
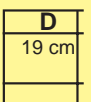
Légende :

A: CS=12cm B: CS=10cm C : CS=8cm D : CS=6cm E / CS=4cm F:CS=2.5cm
G: CS=ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : SC3

	20 Mpa PF1*	50 Mpa PF2	120 Mpa PF3	200 Mpa PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4		 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=4	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5.3	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.7
TC3	 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=4	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.7	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=6
TC2	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=4.1	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.8 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.5
TC1	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5.1	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.5	
TC0	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=3.4 200°C.jour Qb=6.5	






Légende :

A. CS=12cm B. CS=10cm C. CS=8cm D. CS=6cm E. CS=4cm F. CS=2.5cm
 G. CS=ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GLg2/SC3

	20 Mpa PF1*	50 Mpa PF2	120 Mpa PF3	200 Mpa PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.8 Qb=3.6	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8
TC3	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.5 Qb=3.2	 100°C jour 200°C.jour Qb=1 Qb=3.9	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8
TC2	 100°C jour 200°C.jour Qb=0.7 Qb=3.5	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8
TC1	 100°C jour 200°C.jour Qb=1 Qb=3.9	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8
TC0	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8	cf fiche n°5 ou n°8

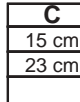
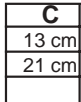
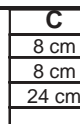
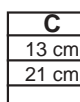
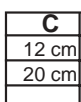
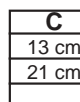
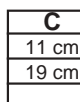
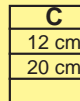
Légende :

A. CS=12cm B. CS=10cm C. CS=8cm D. CS=6cm E. CS=4cm F. CS=2.5cm
 G. CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/GC3

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7			 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.2	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.8
TC6		 100°C jour Qb=0.7 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5
TC5		 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.1	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5.2	cf fiche n°1
TC4		 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC3	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

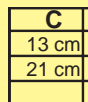
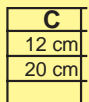
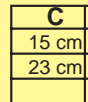
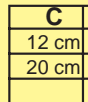
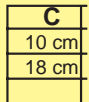
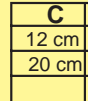
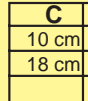
Légende :

 A : CS=12cm	 B : CS=10cm	 C : CS=8cm	 D : CS=6cm	 E : CS=4cm	 F : CS=2.5cm
 G : CS= ES					

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/GLp3

	PF1* 20 Mpa	PF2 50 Mpa	PF3 120 Mpa	PF4 200 Mpa
TC7			 100°C jour 200°C.jour Qb=2.1 Qb=4.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.3 Qb=5.8
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.9 Qb=3.2	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.3 Qb=5.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.6 Qb=5.3
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=2.3 Qb=5.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.6 Qb=5.3	cf fiche n°1
TC4		cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC3	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

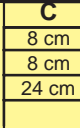
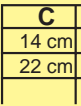
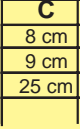
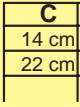
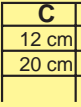
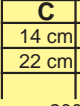
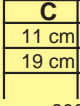
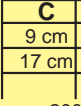
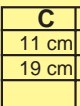
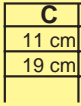
Légende :

 A. CS=12cm
  B. CS=10cm
  C. CS=8cm
  D. CS=6cm
  E. CS=4cm
  F. CS=2.5cm
 G. CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/GLg2

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7			 100°C jour Qb=0.4 200°C.jour Qb=2.7	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.8
TC6		 100°C jour Qb=0.3 200°C.jour Qb=2.5	 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5
TC5		 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=4.8 200°C.jour Qb=5.5
TC4		 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.2	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC3	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

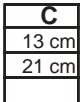
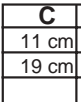
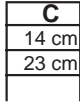
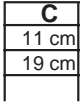
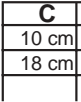
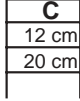
Légende :

 A. CS=12cm	 B. CS=10cm	 C. CS=8cm	 D. CS=6cm	 E. CS=4cm	 F. CS=2.5cm
 G. CS=ES					

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/SC3

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7			 100°C jour 200°C.jour Qb=1.3 Qb=4	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.8 Qb=4.6
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.6 Qb=3.2	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.7 Qb=4.6	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.1 Qb=5
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=1.1 Qb=3.8	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC4		cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC3	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

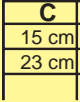
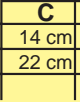
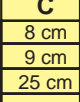
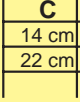
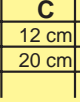
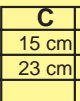
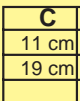
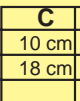
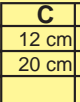
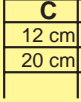
Légende :

A. CS=12cm B. CS=10cm C : CS=8cm D. CS=6cm E. CS=4cm F. CS=2.5cm
 G. CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/SC2







	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7			 100°C jour 200°C.jour Qb=0.8 Qb=3.5	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.1 Qb=3.8
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=0 Qb=2.4	 100°C jour 200°C.jour Qb=1.1 Qb=3.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.2 Qb=4.9
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=0.8 Qb=3.5	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.3 Qb=5	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.6 Qb=5.2
TC4		 100°C jour 200°C.jour Qb=2.2 Qb=4.9	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC3	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.2 Qb=4.9	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC2	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

Légende :

A. CS=12cm B. CS=10cm C. CS=8cm D. CS=6cm E. CS=4cm F. CS=2.5cm
G. CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4				
TC3	 <p>100°C jour Qb=0.6 200°C.jour Qb=4.2</p>	 <p>100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=5.1</p>		
TC2	 <p>100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=4.8</p>	 <p>100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=5.6</p>		
TC1	 <p>100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=5.3</p>			
TC0	 <p>100°C jour Qb=2 200°C.jour Qb=5.6</p>			







Légende :

A: CS=12cm B: CS=10cm C: CS=8cm D: CS=6cm E: CS=4cm F: CS=2.5cm
 G: CS=ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : Sols traités en place

	20 Mpa PF1*	50 Mpa PF2	120 Mpa PF3	200 Mpa PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4				
TC3				
TC2	 100°C jour Qb=0.2 200°C.jour Qb=3	 100°C jour Qb=1 200°C.jour Qb=3.8		
TC1	 100°C jour Qb=0.4 200°C.jour Qb=3.2	 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=4		
TC0	 100°C jour Qb=0.6 200°C.jour Qb=3.4	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.2		

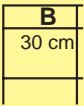
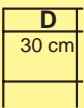

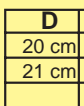


Légende :

- A: CS=12cm
- B: CS=10cm
- C: CS=8cm
- D: CS=6cm
- E: CS=4cm
- F: CS=2.5cm
- G: CS=ES


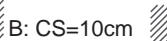
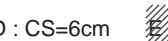



* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : Sols traités rapportés

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4				
TC3				
TC2	 100°C jour Qb=0.3 200°C.jour Qb=3.1	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.8 200°C.jour Qb=5.6	
TC1	 100°C jour Qb=0.4 200°C.jour Qb=3.2	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.6	
TC0	 100°C jour Qb=0.6 200°C.jour Qb=3.4	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.9	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=5.9	

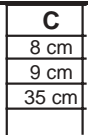
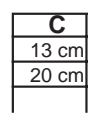
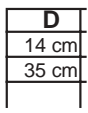
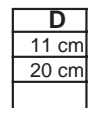
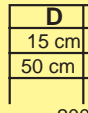
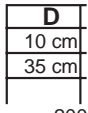
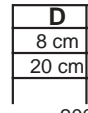
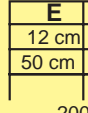
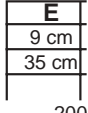
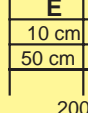
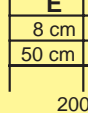
Légende :

 A: CS=12cm
  B: CS=10cm
  C: CS=8cm
  D: CS=6cm
  E: CS=4cm
  F: CS=2.5cm
 G: CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/GNT B2

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7				cf fiche n°1
TC6				cf fiche n°1
TC5		 100°C jour Qb=0.8 200°C.jour Qb=3.2	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.6	cf fiche n°1
TC4		 100°C jour Qb=1.3 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.2	cf fiche n°1
TC3	 2 couches 100°C jour Qb=0.1 200°C.jour Qb=2.5	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.6	cf fiche n°1
TC2	 2 couches 100°C jour Qb=0.5 200°C.jour Qb=3.2	 100°C jour Qb=1.8 200°C.jour Qb=4.6	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	 2 couches 100°C jour Qb=0.7 200°C.jour Qb=3.4	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	 2 couches 100°C jour Qb=0.9 200°C.jour Qb=3.6	cf fiche n°1	cf fiche n°1	cf fiche n°1

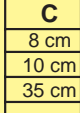
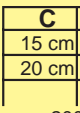
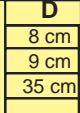
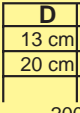
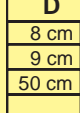
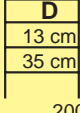
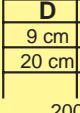
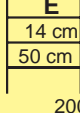
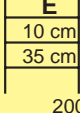
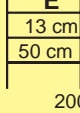
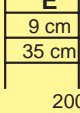
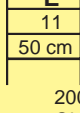
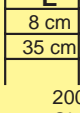
Légende :

 A: CS=12cm
  B: CS=10cm
 C: CS=8cm
  D: CS=6cm
  E: CS=4cm
  F: CS=2.5cm
 G: CS= ES





* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GB3/GNT (A ou B1)

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7				
TC6				
TC5		 100°C jour Qb=0.7 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.8	cf fiche n°1
TC4		 100°C jour Qb=0.9 200°C.jour Qb=4.1	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.4	cf fiche n°1
TC3	 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2.4	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=3.6 200°C.jour Qb=7.2	cf fiche n°1
TC2	 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=3.3	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5.6	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC1	 100°C jour Qb=0.1 200°C.jour Qb=3.5	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.8	cf fiche n°1	cf fiche n°1
TC0	 100°C jour Qb=0.2 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=6	cf fiche n°1	cf fiche n°1

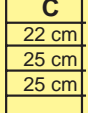



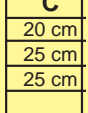



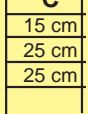


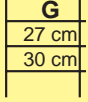
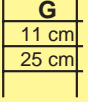
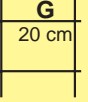
Légende :

 A : CS=12cm
  B : CS=10cm
 C : CS=8cm
 D : CS=6cm
 E : CS=4cm
  F : CS=2.5cm
 G : CS= ES

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : GNT B2

	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
	PF1*	PF2	PF3	PF4
TC7				
TC6				
TC5				
TC4				
TC3	 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=3.7 200°C.jour Qb=6.8	 100°C jour Qb=5 200°C.jour Qb=8.4
TC2	 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2.6	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.7	 100°C jour Qb=4.1 200°C.jour Qb=7.3	 100°C jour Qb=5.4 200°C.jour Qb=8.7
TC1	 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2.8	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.9	 100°C jour Qb=5 200°C.jour Qb=8	
TC0	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=4.1 200°C.jour Qb=7.4	 100°C jour Qb=5.6 200°C.jour Qb=8.9	

Légende :


























A: CS=12cm B: CS=10cm C: CS=8cm D: CS=6cm E: CS=4cm F: CS=2.5cm
 G: CS= ES

L'utilisation d'un BBS est impérative.

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998











Structure : BC5 non goujonné/BC2

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7				
TC6		 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=4.3	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.7
TC5		 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.5	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.4	 100°C jour Qb=3 200°C.jour Qb=5.9
TC4		 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.7	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=6.2
TC3	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.3	 100°C jour Qb=3 200°C.jour Qb=6	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.4
TC2	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.5	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.2	 100°C jour Qb=4.3 200°C.jour Qb=7.1	 100°C jour Qb=4.4 200°C.jour Qb=7.2
TC1	 100°C jour Qb=3.2 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=6.5	 100°C jour Qb=4.4 200°C.jour Qb=7.2	 100°C jour Qb=4.6 200°C.jour Qb=7.5
TC0	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.1	 100°C jour Qb=4.1 200°C.jour Qb=6.8	 100°C jour Qb=4.6 200°C.jour Qb=7.5	 100°C jour Qb=4.7 200°C.jour Qb=7.7

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998






Structure : BC5 non goujonné/GC3

	PF1* 20 Mpa	PF2 50 Mpa	PF3 120 Mpa	PF4 200 Mpa
TC7				
TC6		 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=3.8	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=4.9	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.6
TC5		 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=4.2	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=2.9 200°C.jour Qb=5.8
TC4		 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.5	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6.1
TC3	 100°C jour Qb=0.9 200°C.jour Qb=3.5	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21
TC2	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21
TC1	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21
TC0	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21	cf fiche n°21

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

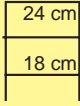
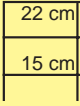
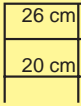
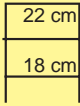
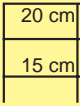
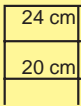
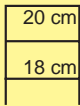
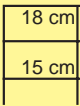
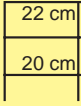
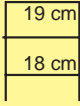
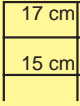
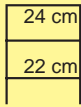
Structure : BC5 goujonné/BC2

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7			 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.3	 100°C jour Qb=3.6 200°C.jour Qb=6.5
TC6		 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.7	 100°C jour Qb=2.7 200°C.jour Qb=5.6	 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=6.7
TC5		 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.8 200°C.jour Qb=5.8	 100°C jour Qb=4 200°C.jour Qb=6.9
TC4		 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=3.1 200°C.jour Qb=6	 100°C jour Qb=4.2 200°C.jour Qb=7.1
TC3	 100°C jour Qb=1.5 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.5 200°C.jour Qb=5.4	 100°C jour Qb=3.3 200°C.jour Qb=6.2	 100°C jour Qb=4.4 200°C.jour Qb=7.3
TC2	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=4.1 200°C.jour Qb=6.7	 100°C jour Qb=4.4 200°C.jour Qb=7.2	 100°C jour Qb=4.6 200°C.jour Qb=7.7
TC1	 100°C jour Qb=3.5 200°C.jour Qb=6.2	 100°C jour Qb=4.2 200°C.jour Qb=7.1	 100°C jour Qb=4.5 200°C.jour Qb=7.5	 100°C jour Qb=4.9 200°C.jour Qb=7.9
TC0	 100°C jour Qb=3.8 200°C.jour Qb=6.5	 100°C jour Qb=4.3 200°C.jour Qb=7.3	 100°C jour Qb=4.6 200°C.jour Qb=7.7	 100°C jour Qb=5.1 200°C.jour Qb=8.1

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

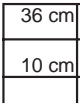
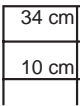
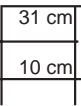
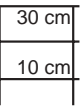
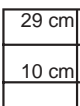
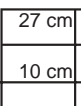
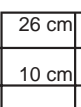
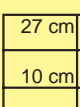
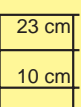
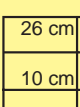
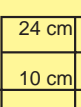
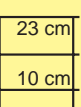
Structure : BC5 goujonné/GC3

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7			 100°C jour 200°C.jour Qb=1.8 Qb=4.5	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.5 Qb=5.4
TC6		 100°C jour 200°C.jour Qb=1.1 Qb=3.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2 Qb=4.8	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.7 Qb=5.6
TC5		 100°C jour 200°C.jour Qb=1.3 Qb=4	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.2 Qb=5.1	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.9 Qb=5.8
TC4		 100°C jour 200°C.jour Qb=1.5 Qb=4.2	 100°C jour 200°C.jour Qb=2.3 Qb=5.2	 100°C jour 200°C.jour Qb=3 Qb=6
TC3	 100°C jour 200°C.jour Qb=1 Qb=3.4	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23
TC2	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23
TC1	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23
TC0	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23	cf fiche n°23

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

Structure : BC5 non goujonné/CD

	PF1*	PF2	PF3	PF4
	20 Mpa	50 Mpa	120 Mpa	200 Mpa
TC7				
TC6				
TC5		 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2.3	 100°C jour Qb=0.8 200°C.jour Qb=3.6	 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.2
TC4		 100°C jour Qb=0 200°C.jour Qb=2.7	 100°C jour Qb=1.2 200°C.jour Qb=3.9	 100°C jour Qb=1.6 200°C.jour Qb=4.3
TC3		 100°C jour Qb=0.8 200°C.jour Qb=3.7	 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.6	 100°C jour Qb=2.2 200°C.jour Qb=5.2
TC2		 100°C jour Qb=1.1 200°C.jour Qb=3.9	 100°C jour Qb=1.9 200°C.jour Qb=4.8	 100°C jour Qb=2.4 200°C.jour Qb=5.3
TC1		 100°C jour Qb=1.4 200°C.jour Qb=4.1	 100°C jour Qb=2.1 200°C.jour Qb=5	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.4
TC0		 100°C jour Qb=1.7 200°C.jour Qb=4.4	 100°C jour Qb=2.3 200°C.jour Qb=5.2	 100°C jour Qb=2.6 200°C.jour Qb=5.4

* : la portance de la plate-forme au moment des travaux doit être au moins de 30Mpa pour les trafics inférieurs à TC3 et 50 Mpa pour les trafics de classe TC3.

N.B. : les cases colorées correspondent à des structures n'existant pas dans le catalogue de 1998

ANNEXE

RECENSEMENT DES DOCUMENTS (AVRIL 2001)

Titre du document	Organisme	Année	Type de document	Sigle
Catalogue des structures types de chaussées neuves	SETRA/LCPC	1998	①	Catalogue
Guide technique de conception et dimensionnement des chaussées	SETRA/LCPC	1994	①	Guide 94
Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic	SETRA/LCPC	1981	①	Faibles
Catalogue de structures des chaussées à faible trafic pour l'IdF	DREIF/LROP/LREP	1984	①	Faibles IdF
Dimensionnement des structures des chaussées urbaines (*)	CERTU	2000	①	Ch. Urbaines
Chaussées poreuses urbaines	CERTU	1999	①	Ch. Poreuses
Guide technique traversées d'agglom. "Matériaux d'aménagement sur chaussée"	CETUR	1990	②	Matér.agglom.
Choix des revêtements colorés à base de bitume ou de résine pour la voirie urbaine	CERTU	1997	②	Bitume, résine
Guide technique des chaussées urbaines en béton	CERTU/LCPC	1996	②	Urb. Béton
Guide de mise en œuvre des pierres naturelles en voirie urbaine	CERTU	1995	②	Pierres
Etude de dimensionnement des chaussées en pavés de béton	CETUR	1988	②	Pavés béton
Guide de conception et de réalisation des chaussées en pavés de béton	FIB	1992	②	Pavés FIB
Guide de conception et de réalisation des chaussées en dalles de béton	FIB	1984	②	Dalles FIB
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : Béton/PDR	DREIF/Prof.	1996	②	Démol.
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : MIOM	DREIF/Prof.	1998	②	MIOM
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : Sablons	DREIF/Prof.	1996	②	Sablon
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : Limons	DREIF/Prof.	1996	②	Limon
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : Calcaires	DREIF/Prof.	1996	②	Calcaire
Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'IdF : Chailles	DREIF/Prof.	1996	②	Chaille
Conception et dimensionnement des voiries et aménagements urbains en béton	CIMbéton	2000	②	Voirie bét.
Conception et réalisation des espaces urbains en béton désactivé	CIMbéton	1998	②	Bét. Désact.
Conception et réalisation d'aménagements urbains et produits de voirie en béton	CIMbéton	-	②	Prod. Bét.
Le béton de ciment mince collé	CIMbéton	2000	②	BCMC
Remblayage des tranchées. Les matériaux auto-compactants à base de ciment	CIMbéton	2000	②	Autocomp1
Remblayage des tranchées. Utilisation de matériaux auto-compactants	CERTU	1998	②	Autocomp2
Logiciel de dimensionnement (chaussées revêtues de pavés ou de dalles béton)	CERIB	2000	②	Logiciel
Guide de conception des structures de voiries des zones d'habitation en IdF	DREIF/LROP/LREP	1977	③	Zones habit.
Conception structurelle d'un giratoire en milieu urbain	CERTU	2000	③	Girat. urb.
Rues et places piétonnes dans les quartiers traditionnels	STU	1980	③	Rues piétonnes
Conception des structures des chaussées piétonnes	CETUR	1988	③	Ch. piétons
Conception des structures des pistes cyclables	CETUR/LCPC	1986	③	Pistes Cycl.
Recommandations pour les aménagements cyclables	CERTU	2000	③	Aménag. Cycl.
Conception des chaussées réservées aux transports en commun	CETUR/LCPC	1984	③	Transp. Comm.
Guide d'aménagement de voirie pour les transports collectifs	CERTU	2000	③	Transp. coll.
Autres documents				
Giratoire en ville - Mode d'emploi	CERTU	2000	Aspects méthodologiques uniquement	
Conception des structures des chaussées de la voirie parisienne	Ville de PARIS	1993	/	

(*) : Ce document traite aussi de réhabilitation

Légende :

- ① Document général non ciblé
- ② Ciblé type de matériau
- ③ Ciblé type de "voirie"

NOTES

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

NOTES

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

Crédits photographiques :
- Conseil Général de l'Essonne
- Conseil Général du Val d'Oise
- Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien
- Entreprises Colas, SPL