

Dimensionnement des chaussées



LE RESEAU ROUTIER DANS LE PERIMETRE DE LA COMMUNAUTE URBAINE

En fin d'année 2000, le réseau routier situé sur le territoire de la Communauté Urbaine comprenait :

158 km	d'autoroutes
112 km	de routes nationales
650 km	de routes départementales
2348 km	de voies communautaires

auxquels il faut ajouter environ 1000 km de voies sous autre statut, dont les chemins ruraux 400 km et les voies privées ouvertes à la circulation 555 km.

Une distinction de ces voies peut être effectuée selon l'importance du trafic qu'elles supportent :

- Voies non circulées soit 8 % des voies
- Voies de desserte soit 56 % des voies
(moins de 1500 véhicules par jour)
- Voies de distribution soit 19 % des voies
(de 1500 à 6000 véhicules par jour)
- Voies de liaison soit 17 % des voies
(plus de 6000 véhicules par jour)

Plus de la moitié du total de ce linéaire soit 4268 km est placé sous la gestion de la Communauté Urbaine et ce réseau de voirie occupe une superficie de 48 millions de m² soit environ 8% de la surface du territoire de la Communauté Urbaine.

LE PATRIMOINE D'ESPACES PUBLICS GÉRÉS PAR LA COMMUNAUTE URBAINE

15 millions de m ² de chaussées
10 millions de m ² de trottoirs
5 millions de mètres linéaires de bordures
1,3 millions de m ² de zones de stationnement
0,5 millions de mètres linéaires de fossés
1 million de m ² de terre plein
0,3 millions de m ² de pistes cyclables

La valeur de ce patrimoine peut être estimée à environ 10 milliards de francs.

*C*réée en 1968, la Communauté urbaine de Lille regroupe 87 communes et plus d'un million d'habitants.

La structure très particulière de Lille Métropole, organisée autour des quatre pôles d'attraction que forment Lille, Roubaix, Tourcoing et Villeneuve d'Ascq, détermine l'important réseau d'infrastructures constitué au fil du temps pour favoriser les échanges sur un territoire de 612 km².

Aujourd'hui encore, l'action des services de la voirie s'inscrit dans cette logique tout en s'orientant désormais vers un développement urbain qui vise à établir une véritable unité économique, sociale et environnementale dans la métropole.

L'extension urbaine, liée à la croissance démographique et au développement économique nécessitent encore la réalisation d'infrastructures nouvelles.

Ainsi, en partenariat avec l'Etat, la Région et le Conseil général, la Communauté urbaine participe-t-elle à la construction de grands axes de liaison comme le boulevard périphérique Est.

Ses interventions passent également par la valorisation des espaces urbains. La politique de la Ville renouvelée, la recherche d'une meilleure qualité des espaces publics et la mise en œuvre du Plan de déplacements urbains favorisant les modes de déplacements alternatifs à la voiture nécessitent, en effet, d'importantes opérations de réaménagement et de requalification des voies existantes.

Il s'agit, enfin, d'entretenir le patrimoine existant tout en adaptant l'ensemble du réseau aux besoins d'une métropole qui évolue.

Ce nouveau Catalogue de structures est un outil qui, parmi d'autres, constitue une réponse à ces principales préoccupations. Il vient compléter l'ensemble des moyens mis à la disposition des différents intervenants sur la voirie communautaire et qui permettent une gestion fine du patrimoine, l'analyse et l'optimisation des flux de circulation; des moyens qui contribuent, finalement, à la lutte contre l'insécurité routière.

Dès 1984, la Direction de la Voirie de la Communauté Urbaine de Lille affichait sa volonté de disposer d'un réseau routier de qualité et de se doter d'outils performants pour la construction et la maintenance de son patrimoine. Elle adoptait alors le premier catalogue de structures de la Voirie Communautaire, issu pour la majeure partie du catalogue de voirie du réseau national.

Forte de cinq ans d'expérience quant à son utilisation, elle procédait en 1989 à une première refonte de ce catalogue, le nouveau intégrant cette fois les spécificités de la Voirie Urbaine, en matière de technique, d'exploitation et d'entretien, mais aussi en matière de trafic et surtout d'agressivité. Le nouveau document allait faire longtemps référence pour l'ensemble des collectivités, et autres maîtres d'œuvre.

Cependant les 10 dernières années du XX siècle allaient aussi être marquées par une forte mutation des métiers de la Voirie Urbaine :

- *Sous l'impulsion croissante des citoyens, des élus et des techniciens, apparaissent les concepts de l'aménagement urbain, au détriment de la traditionnelle route, cordon de bitume ;*
- *En liaison étroite avec l'amélioration du cadre de vie, la notion de développement durable modifie les pratiques du passé, en intégrant peu à peu dans la voirie les techniques de valorisation des déchets ;*
- *L'industrie routière développe des techniques innovantes ;*
- *Sous l'impulsion européenne, apparaissent de plus en plus de textes normatifs ;*
- *La qualité est désormais de rigueur qu'elle soit issue des normes ISO, ou de la démarche TP Qualité ; les maîtres d'oeuvre qu'ils soient privés ou publics ne sont pas de reste ;*
- *Les collectivités, loi sur l'air oblige, développent leur P.D.U (Plan de Déplacements Urbains) : les modes de transport évoluent, l'intermodalité apparaît, et avec eux une nouvelle hiérarchisation du réseau viaire est peu à peu mise en place, modifiant les sollicitations agressives des voies.*

Autant de mouvements dont a bénéficié l'espace public urbain, mais qui font qu'aujourd'hui une refonte du catalogue de structures de la Voirie Communautaire était nécessaire. Ce ne fut d'ailleurs pas le seul document à devoir évoluer : on rappellera à ce titre l'apparition prochaine d'un nouveau catalogue des matériaux modulaires (auquel il est fait quelquefois référence dans le présent document), ainsi que la parution d'un document concernant les chaussées réservoirs (non reprises dans le présent document, car trop spécifiques).

Ce nouveau catalogue :

■ s'appuie sur la méthode de dimensionnement décrite par le guide technique "Conception et Dimensionnement des Structures de chaussées" édité par le SETRA-LCPC Déc. 94.

■ affiche de façon explicite les hypothèses de dimensionnement des chaussées retenues :

- Réception de la couche de forme à 40 MPa
- Durée de vie 30 ans avec un taux de risque de 7 %
- Progression du trafic poids lourds : 1 % par an
- Indices de gel de référence :
 - Hiver rigoureux non exceptionnel 90 °C J
 - Hiver rigoureux exceptionnel 250 °C J ;

P R É A M B U L E

■ prend en compte des matériaux tels que :

- La grave laitier cendres volantes (GLCV)
- La grave liant routier (GLR)
- La grave laitier cendres volantes à base de granulats issus de matériaux recyclés de démolition (GLCVMRD)
- Le béton de ciment (BC)
- Les sables laitier cendres volantes (SLCV, SLCV(MRD))
- Les enrobés et bétons bitumineux à module élevé (GB, EME, BBME).

Ces principes adoptés par ce nouveau catalogue permettent d'envisager les variantes et par conséquent n'éliminent pas d'emblée les matériaux absents .

Dans le but de simplifier son usage, les deux principes ci-après ont été retenus :

- La notion de trafic en tant que telle disparaît pour faire place à une typologie de voies, chaque classe de la typologie étant caractérisée par une agressivité cumulée ;
- Les matériaux pour couches de forme sont classés en 5 grandes catégories, dont 3 utilisées sur le territoire de la CUDL. Les épaisseurs sont données pour chacune de ces 3 catégories. Là encore, la possibilité reste offerte de proposer des variantes à condition de classer le matériau proposé dans l'une des 5 catégories ;

Ce nouveau catalogue s'est aussi voulu novateur dans sa présentation ; il se présente sous la forme de 3 classeurs dans un étui, au format portrait :

- Un premier classeur consacré au dimensionnement des chaussées neuves ;
- Un deuxième consacré à l'entretien des chaussées ;
- Un troisième reprenant la cartographie des sols supports et de la nappe phréatique sur le territoire de la CUDL.

Cette présentation devrait permettre une utilisation plus facile du document, que ce soit au bureau ou sur le terrain : ainsi le dimensionnement d'une structure neuve ou le renforcement d'une structure existante peut se résumer aux quelques étapes schématisées ci-après.

Il a enfin été conçu avec le souci permanent d'assurer le meilleur service à l'utilisateur dans des conditions économiques satisfaisantes. Il répond de plus, à la volonté toujours affichée d'une homogénéisation de traitement de l'espace public sur l'ensemble du territoire communautaire.

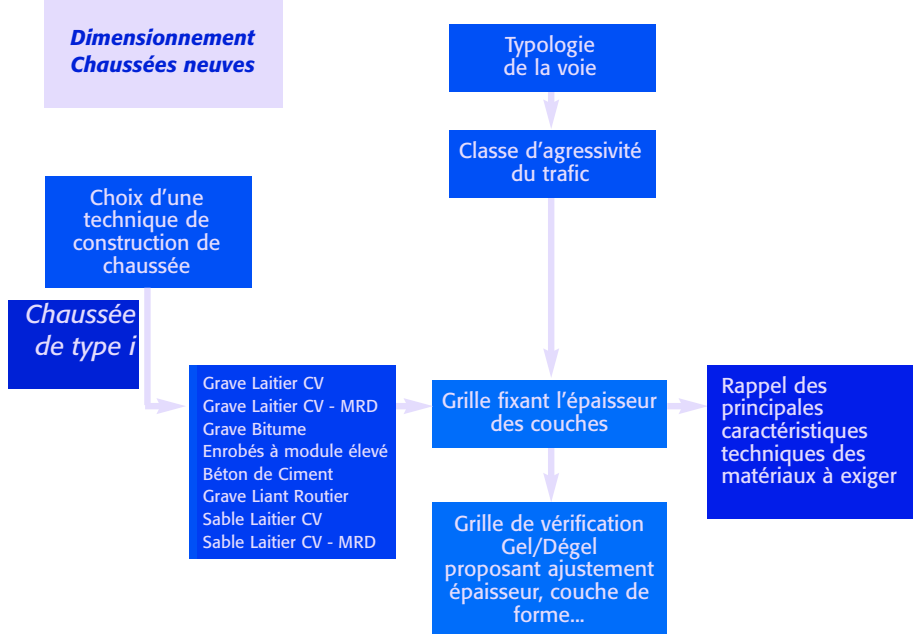
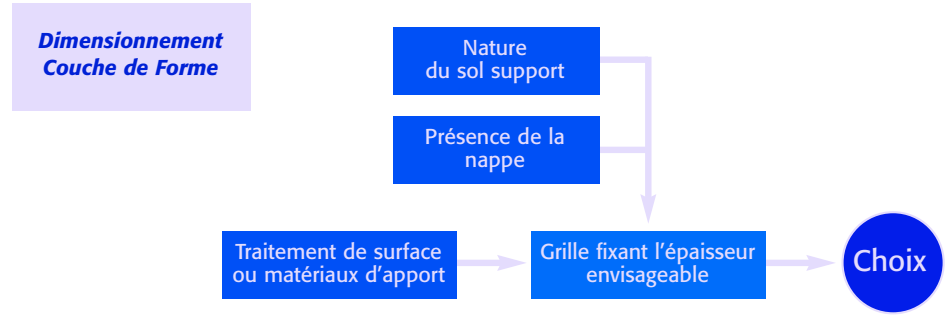
Ce nouveau catalogue a été réalisé avec l'étroite collaboration du Centre d'Études Techniques de l'Équipement Nord Picardie / Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Lille.

Dimensionnement des chaussées



	<i>Pages</i>
<i>I. Dimensionnement des couches de forme</i>	9
I.1. Présentation	10
I.2. Critères de dimensionnement	11
I.3. Les matériaux utilisables en couche de forme	11
I.4. Dimensionnement	12
I.5. Drainage des plates-formes	13
I.6. Utilisations admissibles des mâchefers à faible fraction lixivable en techniques routières et assimilées	14
 <i>II. Dimensionnement des structures de chaussées neuves</i>	 15
II.1. Agressivité du trafic	16
II.2. Couche de forme	19
II.3. Longévité de l'ouvrage	19
II.4. Accroissement de la circulation	19
II.5. Dimensionnement	19
II.6. Vérification des structures au gel-dégel	20
- Principe	20
- Pratique	20
- Exemple d'utilisation	21
II.7. Fiches type : dimensionnement et vérification au gel-dégel	22
. Chaussée type 1 (GLCV)	22
. Chaussée type 2 (GLCV M.R.D.)	24
. Chaussée type 3 (GB)	26
. Chaussée type 4 (EME)	28
. Chaussée type 5 (BC)	30
. Chaussée type 6 (GLR)	32
. Chaussée type 7 (SLCV, SLCV(MRD))	34
 <i>III. Dimensionnement des trottoirs, zones de stationnement VL, voies réservées aux cycles, voies piétonnes et couloirs bus</i>	 37
III.1. Dimensionnement des trottoirs et zones de stationnement VL	38
III.2. Les voies réservées aux cycles	39
III.3. Les voies piétonnes	39
III.4. Les couloirs bus	40
 <i>ANNEXES :</i>	 29
Annexe 1 : Prescriptions pour le compactage	30
Annexe 2 : Classification des granulats	31
Annexe 3 : Abréviations sur les performances des matériaux	32
Annexe 4 : Proposition de structure variante	33
Annexe 5 : Description des matériels d'auscultation	33

PROCÉDURE DE CHOIX D'UNE
STRUCTURE DE CHAUSSÉE



RAPPEL DES HYPOTHÈSES DE
DIMENSIONNEMENT

- Portance de la couche de forme : 40 MPa
- Durée de vie : 30 ans
- Taux de risque : 7%
- Progression du trafic PL : 1% par an
- Indice de Gel de référence hiver rigoureux non exceptionnel : 90° C.jour
- Indice de Gel de référence hiver exceptionnel : 250° C.jour
- Calculs conduits selon le Guide Technique "Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussées".

1

Dimensionnement des couches de forme

Notice générale

I.1. PRESENTATION

La mise en oeuvre de la chaussée dans de bonnes conditions exige que son support présente une surface :

- ◆ bien réglée (tolérances de nivellement)
- ◆ de portance homogène (épaisseur constante) et suffisante (effet d'enclume lors du compactage).

La durée de vie de la chaussée dépendra des conditions de mise en oeuvre et de l'évolution à long terme de la portance. Celle-ci est fonction de la sensibilité à l'eau du sol support, de l'environnement hydrique (variations de nappe, gel) et des protections apportées (imperméabilisation, drainage).

Sur le territoire de la CUDL, le sol est, la plupart du temps, constitué de matériaux fins, sensibles à l'eau (limon). Les tolérances de nivellement seront donc, pour l'essentiel, fonction du savoir-faire et des engins utilisés. La portance, par contre, est une donnée qui dépendra à la fois de la nature exacte du sol support et de la saison des travaux (niveau de la nappe phréatique et pluviométrie variables).

Le recours à une couche de forme intercalée entre la chaussée proprement dite et le sol support, destinée à la fois à régulariser la portance dans le temps et dans l'espace et à procurer une surface plus rigide, sera donc presque toujours indispensable.

Dans ce catalogue, plutôt que d'évaluer au coup par coup la por-

tance, ce qui nécessite à chaque fois des investigations spécifiques et le recours à des classifications complexes, il a été décidé, dans un but de simplification et compte tenu du nombre de points d'observation dont on dispose, de proposer :

- ◆ une cartographie des sols et des nappes qui permet, au stade étude, en fonction de la saison où se déroulera le chantier
 - d'estimer la portance
 - de soulever les éventuels problèmes annexes (drainage, tassement, stabilité des sols, etc..).

- ◆ une grille simple déterminant à partir de ces conditions :

- le dimensionnement de la couche de forme
- les précautions à prendre afin que la portance n'évolue pas dans un sens défavorable.

Cet ensemble se présente sous la forme :

- ◆ d'un double jeu de 11 cartes au 1/50 000, accompagnées de leur tableau d'assemblage et de leur légende :

- ces 22 pages synthétisent respectivement la profondeur de la nappe phréatique et la nature du sol support.
- les 11 cartes concernant la nature du sol sont regroupées en un dépliant grand format inséré dans la couverture du classeur

- ◆ d'un tableau de dimensionnement des couches de forme.

I.2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

La mise en oeuvre d'une couche de forme répond essentiellement à deux objectifs :

♦ **un objectif à court terme** : de la rigidité obtenue pendant la phase chantier dépendra l'efficacité du compactage des matériaux de chaussée. Les épaisseurs ont été calculées pour obtenir une rigidité de **40 MPa**. Celle-ci doit permettre d'atteindre l'objectif de densification Q_2 (voir prescriptions pour le compactage, annexe 1) pour les couches de fondation et de base.

Il s'agit d'épaisseurs minimales. Dans tous les cas, il devra être procédé à des essais de validation et au réajustement des épaisseurs si nécessaire.

♦ **un objectif à long terme** : traduisant l'évolution du couple sol support-couche de forme dans des conditions hydriques défavorables. Cet objectif à long terme a été repris dans les calculs de structure par une valeur de module de l'ordre de **20 MPa**.

I.3. LES MATERIAUX UTILISABLES EN COUCHE DE FORME

Les matériaux les plus couramment utilisés en couche de forme dans le territoire communautaire, depuis les graves jusqu'aux sols fins traités aux liants hydrauliques, aboutissent bien entendu à des épaisseurs différentes.

Afin de permettre des estimations sur l'ensemble des matériaux, nous avons établi un classement en cinq catégories sur la base des caractéristiques d'identification et des indications apportées par le guide pour les terrassements routiers ("GTR").

De cette manière, il sera possible d'estimer les épaisseurs, aussi bien sur les matériaux courants que sur des matériaux nouveaux, à la condition pour ces derniers de connaître au préalable, leurs caractéristiques d'identification par des essais de laboratoire (les caractéristiques d'identification par des essais de laboratoire figurent au tableau 1).

TABEAU 1

Catégorie CUDL	Classe GTR	Exemples
1	A1	limons peu plastiques
	A2	limons
	A3	argiles
2	B11	certaines sables silteux
	B41	certaines graves peu argileuses
	C1-B21	certaines argiles à silex
	C1-B41	
	C1-B51	
	C2-B21	
	C2-B41	
C2-B51		
3	D11	sables alluvionnaires propres sables de dune
	B31	certaines graves silteuses
	C1-B11	certaines graves à silex
	C1-B31	
	C2-B11	
D21	graves alluvionnaires propres	
D31-D32		
4	R11	caïle dense
	R22	caïle de densité moyenne
	R42	roches siliceuses de dureté moyenne
	R62	roches magmatiques et métamorphiques de dureté moyenne
5	R21	caïle dur
	R41	roches siliceuses dures
	R61	roches magmatiques et métamorphiques dures

classe A :
sols fins

classe B :
sols sableux et graveleux avec fines

classe C :
sols comportant des fines et des gros éléments

classe D :
sols insensibles à l'eau

classe R :
matériaux rocheux

En ce qui concerne les matériaux les plus couramment utilisés sur le territoire de la CUDL, le classement est le suivant :

TABLEAU 1b

Matériaux	Catégorie CUDL
Calcaire d/D	4
Schistes miniers brûlés	3
Schistes miniers noirs criblés d/D	3
Mâchefers d'usines d'incinération	3
Limons traités	1

I.4. DIMENSIONNEMENT

On trouvera au tableau 3 les épaisseurs prévisionnelles de matériaux à mettre en oeuvre sur les sols support de la CUDL pour tenir des objectifs à court terme correspondant à une rigidité de 40 MPa (**attention : les épaisseurs annoncées ne sont que des estimations prévisionnelles et doivent être impérativement vérifiées sur le chantier**).

Ces épaisseurs varient suivant :

- ◆ **la nature des matériaux d'apport.** Les valeurs ont été obtenues à partir d'expérimentations in situ ou, en l'absence de ces dernières, par des estimations.
- ◆ **l'état du sol support.** Très schématiquement, la plupart des sols intéressés par les travaux courants de voirie sont situés dans la frange superficielle 0-1,5m et seront représentés par des limons à tendance sablonneuse ou argileuse (classés A1-A2 dans la GTR). S'agissant de sols fins dits "sensibles à l'eau", leur portance varie en fonction

de leur état hydrique (teneur en eau) et donc de deux paramètres :

- **la profondeur de la nappe** (*ennoyage des sols et remontées capillaires*), dont les variations saisonnières (*crue hivernale et étiage estival*) peuvent être plus ou moins proches de la surface du sol en fonction du contexte hydrogéologique.

- **l'évapotranspiration** (*nulle l'hiver, maximale l'été*) qui tend à l'inverse à dessécher les sols. La profondeur de cette influence varie également en fonction de la profondeur de la nappe (*de l'ordre du mètre en zone de nappe proche de la surface, de 1,5 à 3m en zone de nappe profonde*) et bien entendu, en fonction de l'intensité des phénomènes climatiques (*exemple des sécheresses de 1989-1990 et 1995-1996*).

Ces paramètres peuvent être schématisés et simplifiés en reprenant les différentes zones de la carte géotechnique générale :

TABLEAU 2

Position de la nappe	Etat hydrique
Nappe affleurante (à moins de 1 m en crue)	pas d'évolution significative de l'état hydrique (<i>sols toujours très humides</i>).
Nappe moyenne (de 1 à 3 m en crue)	évolution de l'état très humide en période hivernale à humide en période estivale.
Nappe profonde	évolution de l'état humide en période hivernale à moyennement humide en période estivale.

TABLEAU 3

Période des travaux	Épaisseur* (avec intercalation d'un géotextile anti-contaminant)					
	ÉTÉ			HIVER		
	Affleurante	Moyenne	Profonde	Affleurante	Moyenne	Profonde
Catégorie 1	NR	0,3	0,2	NR	NR	0,3
Catégorie 3**	0,7	0,45	0,3	0,7	0,7	0,45
Catégorie 4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,6	0,4

NR : Non réalisable. * Épaisseur exprimée en mètre
 ** Pour les mâchefers se reporter page suivante

Ces trois types de sol représentent la presque totalité de la couverture du territoire de la CUDL (les émergences crayeuses ou marneuses ayant de toute façon été recouvertes d'une couche de limon suffisamment épaisse).

Pour les cas exceptionnels où le sol support serait différent des 3 cas envisagés, il faudra procéder à une étude particulière.

I.5. DRAINAGE DES PLATES-FORMES

Afin d'éviter une détérioration trop importante de la qualité du sol support, il faudra procéder à la mise en oeuvre d'un système drainant là où la nappe est susceptible de remonter à moins d'un mètre

en dessous du terrain naturel. Les eaux de drainage seront amenées à un exutoire permettant leur évacuation du site.

Tableau pour sols courants, c'est-à-dire :

- Limons sablonneux
- Limons argileux
- Argiles plastiques.

I.6. UTILISATIONS ADMISSIBLES DES MACHEFERS A FAIBLE FRACTION LIXIVIABLE EN TECHNIQUES ROUTIERES ET ASSIMILEES

Circulaire du 9 mai 1994 du Ministère de l'Environnement

Les utilisations possibles en techniques routières de mâchefers à faible fraction lixiviable sont les suivantes :

- couche de forme de structure routière ou de parking à l'exception des chaussées réservoir ou poreuses.

La mise en place de ces mâchefers doit être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines. L'utilisation de ces mâchefers doit se faire en dehors des zones inondables et des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable ainsi qu'à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau. Il conviendra de veiller à la mise en oeuvre de tels matériaux à une distance suffisante du niveau des plus hautes eaux connues. Enfin, ils ne doivent pas servir pour le remblaiement de

tranchées comportant des canalisations métalliques ou pour la réalisation de systèmes drainants.

Afin d'éviter le dispersement de ces matériaux, on privilégiera leur emploi dans des chantiers importants. La procédure de chantier devra permettre de réduire autant que faire se peut l'exposition prolongée de ces matériaux aux intempéries. La mise en oeuvre devra se faire avec compactage selon les procédures réglementaires ou normalisées et les bonnes pratiques dans ce domaine.

Les mâchefers valorisés en technique routière sur le territoire de la C.U.D.L. proviendront exclusivement d'installations pouvant justifier d'une organisation interne de maîtrise de la qualité des mâchefers, intégrant notamment la traçabilité du matériau.

Utilisation des mâchefers en sous couche routière

En sous couche routière, seuls les mâchefers de classe V ou à faible fraction lixiviable (circulaire du 9 mai 1994 du Ministère de l'Environnement) sont utilisables. Ceux-ci doivent être obligatoirement déferrailés et criblés. Les mâchefers ne doivent pas être employés dans les lieux d'utilisation suivants :

- zones inondables
- à moins de 30 m d'un cours d'eau
- zones de captages pour l'alimentation en eau.

Les mâchefers ne doivent pas être employés dans les formes d'utilisation suivantes :

- remblais au contact d'ouvrages d'art
- au contact des différents types d'acier (risque de corrosion de l'acier zingué, du fer noir, de la fonte ductile)
- au contact direct avec un matériau bitumineux en couche mince
- en traitement avec un liant à base de chaux (risque de gonflement par formation d'ettringite).

2

Dimensionnement des structures de chaussées neuves

Le dimensionnement structurel de chaussées neuves oblige à établir les paramètres de base suivants :

- les sollicitations du trafic lourd
- la qualité de la couche de forme support de chaussée
- la longévité attendue de l'ouvrage
- le taux de risque admis
- l'accroissement supposé de la circulation.

II.1. AGRESSIVITÉ DU TRAFIC

Un standard des sollicitations dues au trafic des poids lourds sur les voies communautaires a été retenu dans un souci de simplification, puisque répondant à l'essentiel du besoin en dimensionnement.

Ce cadre standard valable sans distinction entre l'urbain et l'interurbain s'appuie sur un principe constaté : sur les voies communautaires, plus le nombre de poids lourds est important, plus ces poids lourds sont chargés.

Il correspond à la typologie suivante :

◆ **Voie avec peu de poids lourds :**

- Poids lourds peu chargés
(transport de volume)

◆ **Voie avec plus de poids lourds :**

- Poids lourds moyennement chargés
(correspondance : importance trafic/importance de la charge)

Pour répondre à cette identification, chaque classe de trafic poids lourds s'est vu attribuer une agressivité ajustée à partir de mesures expérimentales.

L'agressivité correspond aux dommages provoqués par le passage d'un essieu de charge P par rapport aux dommages dus à un passage de l'essieu isolé de référence de charge 13 tonnes.

Il en résulte le tableau de classement des trafics (voir page ci-contre)

Les voies ayant un trafic poids lourds supérieur à 300 PL/j ne sont pas prises en compte dans le catalogue. Leur dimensionnement structurel fera l'objet d'une étude particulière ou se concevra à partir du catalogue national.

Les structures de chaussées proposées dans le catalogue ont été calculées conformément à ce standard.

TABLEAU DE CLASSEMENT DES TRAFICS

Classe d'agressivité	Typologie	Agressivité
A3	Voie de desserte Circulation réduite, absence de bus, secteur résidentiel, vie locale importante, présence de commerces, bennes de ramassage des ordures ménagères, livraisons occasionnelles (la typologie de cette voie peut correspondre à moins de 25 PL peu chargés/j/voie sur la voie la plus chargée).	0,01
A2	Voie de distribution Liaisons entre quartiers, peu de trafics de transit, quelques bus (la typologie de cette voie peut correspondre à moins de 100 PL moyennement chargés/j/voie sur la voie la plus chargée).	0,1
A1	Voie artérielle Avenues, boulevards, pénétrantes, voies supportant partiellement du trafic de transit, des PL et des bus (la typologie de cette voie peut correspondre à moins de 300 PL chargés/j/voie sur la voie la plus chargée).	0,5
A0	Plus de 300 PL très chargés/j/voie sur la voie la plus chargée	à calculer spécifiquement

Dimensionnement
des chaussées

Il reste malgré tout la possibilité d'utiliser le catalogue pour dimensionner une structure d'une voie débordant du cadre standard parce que subissant un trafic de poids lourds plus fortement chargés (Exemple : voirie industrielle avec peu de poids lourds mais très chargés).

Il convient dans ce cas d'appliquer la méthode suivante :

Première étape

Calculer le trafic équivalent en essieux de 13 T (essieu de référence) par la relation : $N_{13 T} = N_{PL} \times A$.

$N_{13 T}$: nombre équivalent essieux de 13 T

N_{PL} : nombre de poids lourds

A : agressivité du poids lourds par rapport à l'essieu de 13 T.

Le coefficient A est donné par le tableau ci-dessous.

TABLEAU TYPE DE POIDS LOURDS/AGRESSIVITÉ

Type de véhicule	Aggressivité
Camion porteur 6 T sur essieu avant 13 T sur essieu arrière Poids total en charge 19 T	1
Semi-remorque 6 T sur essieu avant tracteur 12,5 T sur essieu tracteur 2 x 9,75 T sur essieu tandem de la remorque Poids total en charge : 38 T	1,38

Deuxième étape

Comparer avec les trafics équivalents en essieux de 13 T des classes A 1, A 2, A 3, et choisir la classe présentant un trafic équivalent égal ou directement supérieur.

TABLEAU COMPARATIF TRAFICS

Classe d'agressivité A	Nombre de PL/j (NPL)	Nombre d'essieux 13T/j (N 13 T)
A3	0 à 25	0 à 0,25
A2	25 à 100	2,5 à 10
A1	100 à 300	50 à 150

Troisième étape :

Utiliser par analogie les structures proposées pour la classe retenue.

Exemple

Voirie industrielle

Trafic camions attendu :
20 semi remorques/jour en pleine charge

Agressivité du camion type "semi-remorque" :
1,38

Trafic :
équivalent essieux 13 T = $1,38 \times 20 = 27,6$ essieux 13 T/j

Comparaison :

27,6 se place entre l'intervalle (2,5 à 10) essieux 13 T/j de la classe A 2 et l'intervalle (50 à 150) essieux 13 T/j de la classe A 1.

Conclusion :

Il s'agira d'utiliser les structures proposées pour la classe A 1 pour dimensionner la structure de cette voirie industrielle.

II.2. COUCHE DE FORME

Le dimensionnement des couches de forme a été détaillé dans le chapitre précédent traitant le sujet. Nous reprendrons simplement la

qualité de portance recherchée : **40 MPa** à la réception par essais de plaque (EV2).

II.3. LONGÉVITÉ DE L'OUVRAGE

Les structures proposées ont été calculées pour une durée de vie de **30 ans**, avec un taux de risque de **7%**, ce taux étant la probabilité pour qu'apparaissent au cours de

ces 30 années, et en absence d'intervention structurelle, des désordres qui impliqueraient des travaux de renforcement assimilables à une reconstruction de la chaussée.

II.4. ACCROISSEMENT DE LA CIRCULATION

L'accroissement géométrique de la circulation a été retenu à **1%** par an.

II.5. DIMENSIONNEMENT

Les fiches de dimensionnement sont les résultats des calculs obtenus avec le programme de dimensionnement ALIZE IV. Elles se présentent sous forme d'un tableau à une seule entrée : la classe d'agressivité. Chaque fiche fait apparaître

une désignation précise du matériau : définition, norme de référence, caractéristiques granulats et liant, composition, performances requises, compactage, valeurs des performances prises en compte dans le calcul.

II.6. VÉRIFICATION DES STRUCTURES AU GEL/DÉGEL

Principe

La pénétration d'un front de gel dans une structure de chaussée peut causer des désordres soit par gonflement du sol support pendant la phase de gel, soit par chute de portance de ce même sol support pendant la phase de dégel. Le dimensionnement d'une structure sur des matériaux présentant ces comportements nécessite alors une vérification au gel-dégel.

Cette vérification s'effectue en fin de démarche de dimensionnement, après avoir choisi le type de chaussée et les épaisseurs des couches permettant de répondre en conditions normales aux exigences d'agressivité du trafic. Elle consiste à vérifier que la chaussée peut supporter l'augmentation momentanée des contraintes à la base des couches liées en phase de dégel pour un hiver choisi (*rigoureux non exceptionnel ou exceptionnel*).

Elle consiste à comparer :

- l'indice de gel atmosphérique de référence IR, caractérisant la rigueur de l'hiver dont on souhaite protéger la chaussée
- à l'indice de gel atmosphérique que peut supporter la chaussée, appelé indice de gel admissible IA, qui se calcule en fonction de la sensibilité au gel du sol support, du rôle mécanique et de la protection thermique du corps de chaussée.

Selon l'importance attachée à la continuité du service de la route :

- on conçoit un dimensionnement de la chaussée pour que l'indice de gel admissible IA de la chaussée soit supérieur à l'indice de gel de référence IR
- ou l'on accepte que l'inégalité $IA > IR$ ne soit pas assurée, auquel cas la pose de barrière de dégel pourra être nécessaire pour préserver la chaussée lors du dégel.

Pratique

La recommandation générale en matière de vérification au gel/dégel des structures des chaussées à mettre en oeuvre sur le territoire communautaire est la suivante :

■ *En zone urbaine :*

Les conditions de gel en milieu urbain sont moins sévères qu'en rase campagne d'autant que le trafic y est nettement moins agressif. A l'exception de cas très particuliers, la vérification au gel est considérée comme acquise.

■ *En zone péri-urbaine :*

Une vérification plus attentive est nécessaire lorsqu'il conviendra, suivant le contexte du service attendu de la voie nouvelle, d'éviter la pose de barrière de dégel.

Pour ce faire, l'ensemble des indices de gel IA des structures proposées par le catalogue a été calculé conformément au "guide technique de conception et dimensionnement des structures de chaussée" (logiciel Gel 1D) en

tenant compte des épaisseurs minimales des couches de forme pouvant être préconisées dans le chapitre "Dimensionnement des couches de formes".

En cas d'inégalité $IA < IR$, il s'agira d'opter pour une autre structure type ou alors d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme jusqu'à l'obtention de $IA > IR$.

La comparaison peut s'établir avec l'indice de gel atmosphérique de référence IR , sachant que dans la région, l'hiver rigoureux non exceptionnel est caractérisé par l'indice de gel de $90^{\circ}\text{C}\cdot\text{jour}$ et l'hiver exceptionnel par un indice de $250^{\circ}\text{C}\cdot\text{jour}$.

Exemple d'utilisation

La détermination de l'indice de gel admissible IA se fait en fonction du type de chaussée retenu, de la classe d'agressivité, de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

Exemple :

Données :

- . Chaussée type 3
- . Agressivité A2
- . Couche de forme réalisée à l'aide de 30 cm de limons traités

Résultats :

L'indice de gel admissible IA est égal à $79^{\circ}\text{C}\cdot\text{jour}$. Cette structure est gélive à la fois pour un hiver rigoureux non exceptionnel et pour un hiver exceptionnel.

En mettant en œuvre 40 cm de couche de forme en mâchefers, schistes ou graves calcaires, l'indice IA augmente et passe à $96^{\circ}\text{C}\cdot\text{jour}$. La vérification au gel est alors positive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Chaussée type 1

Couche de base : **Grave Laitier Cendres Volantes**
 Couche de fondation :

Agressivité	Structure
A1	6 cm BB 21 cm GLCV 21 cm GLCV
A2	6 cm BB 19 cm GLCV 18 cm GLCV
A3	4 cm BB 27 cm GLCV

*Epaisseurs
nominales*

Nom	Grave laitier cendres volantes chaux classe G3	Norme en vigueur	NF P 98-116
Définition	Mélange de granulats, de laitier vitrifié de haut-fourneau, de cendres volantes silico-alumineuses, de chaux et d'eau fabriqué en centrale		
Emploi	GLCV 0/20	Epaisseur minimale en tout point par couche : 12 cm	Epaisseur moyenne d'utilisation : 15 à 25 cm
Caractéristiques du granulat	Fondation Base	E III b agressivité A1 : D III b agressivité A3 et A2 : E III b	
Composition indicative	Grave 0/20 : 84% Laitier + cendres volantes : 15% Chaux : 1%		
Performances d'études	Rtd 360	1,3 MPa	E 360 35 000 MPa
Compactage sur chantier	Couche de base et couche de fondation : qualité Q2		
Dimensionnement	Module : 22 000 MPa σ_6 : 0,8 MPa Pente de fatigue b : -0,0752 Coefficient de dispersion δ : 1,279		

Chaussée type 1

Couche de base : **Grave Laitier Cendres Volantes**
 Couche de fondation :

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	6 cm BB 21 cm GLCV 21 cm GLCV	182	239	219	272	300	391	458
A2	6 cm BB 19 cm GLCV 18 cm GLCV	152	204	185	233	259	343	405
A3	4 cm BB 27 cm GLCV	106	146	131	169	190	259	310

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Dimensionnement
des chaussées

Chaussée type 2

Couche de base : **Grave Laitier Cendres Volantes M.R.D.**
 Couche de fondation : *(Matériaux Recyclés de Démolition)*

Agressivité	Structure
A1*	6 cm BB 23 cm GLCV mrd 22 cm GLCV mrd
A2	6 cm BB 19 cm GLCV mrd 18 cm GLCV mrd
A3	4 cm BB 27 cm GLCV mrd

Epaisseurs nominales

Nom	Grave Laitier Cendres Volantes chaux (MRD) classe G3	Norme en vigueur	NF P 98-116
Définition	Mélange de granulats recyclés, de laitier vitrifié de haut-fourneau, de cendres volantes silico-alumineuses, de chaux et d'eau fabriqué en centrale		
Emploi	GLCV 0/20	Epaisseur minimale en tout point par couche :	Epaisseur moyenne d'utilisation :
		12 cm	15 à 25 cm
Caractéristiques du granulat	Fondation Base	E III b agressivité A1 : E+ III b* agressivité A3 et A2 : E III b	
Composition indicative	Grave 0/20 : 84% Laitier + cendres volantes : 15% Chaux : 1%		
Performances d'études	Rtd 360	1,3 MPa	E 360 35 000 MPa
Compactage sur chantier	Couche de base et couche de fondation : qualité Q2		
Dimensionnement	Module : 22 000 MPa σ_6 : 0,8 MPa Pente de fatigue b : -0,0752 Coefficient de dispersion δ : 1,279		

** la classe E+ constitue un aménagement à la norme XPP 18-540, elle se situe entre les classes D et E, LA 40, MDE 35, LA+MDE 65*

Chaussée type 2

Couche de base : **Grave Laitier Cendres Volantes M.R.D.**
 Couche de fondation : *(Matériaux Recyclés de Démolition)*

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1*	6 cm BB							
	23 cm GLCV mrd	201	260	239	295	324	420	490
	22 cm GLCV mrd							
A2	6 cm BB							
	19 cm GLCV mrd	152	204	185	233	259	343	405
	18 cm GLCV mrd							
A3	4 cm BB							
	27 cm GLCV mrd	106	146	131	169	190	259	310

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

** Uniquement avec granulats de catégorie E+ III b*

Chaussée type 3

Couche de base : **Grave Bitume**
 Couche de fondation :

Agressivité	Structure	
A1	6 cm BB 13 cm GB 13 cm GB	<i>Epaisseurs nominales</i>
A2	4 cm BB 8 cm GB 10 cm GB	
A3	4 cm BB 9 cm GB	

Nom	Grave Bitume classe 3	Norme en vigueur	NF P 98-138
Définition	Mélange de liant hydrocarboné, de granulats, d'additifs éventuels, dosés, chauffés et malaxés dans une centrale		
Emploi		Epaisseur minimale en tout point par couche :	Epaisseur moyenne d'utilisation :
	GB 0/14	6 cm	8 à 14 cm
	GB 0/20	8 cm	10 à 16 cm
Caractéristiques	Granulat : base D IIIa fondation E IIIa liant : module de richesse 2,8		
Performances	Essai Duriez à 18°C 0,7 Essai d'orniérage : profondeur d'ornière 10% (après 10 000 cycles en % de l'épaisseur de la dalle pour une dalle de 10 cm d'épaisseur, à 60°C, à un % de vide compris entre 7 et 10%.) Module 9000 MPa Essai de fatigue ϵ_6 (10°C, 25Hz) 90 μ def Essai PCG : pourcentages des vides à 10 girations > 14% à 100 girations pour GB 0/14 10% à 120 girations pour GB 0/20 10%		
Compacité sur chantier	% vides 9		
Dimensionnement	Module à 10°C - 10 Hz : 12 300 MPa Module à 15°C - 10 Hz : 9 300 MPa ϵ_6 (10°C- 25 Hz) : 90 μ def Pente de fatigue b : -0,2		

Chaussée type 3

Couche de base : **Grave Bitume**
 Couche de fondation :

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	6 cm BB 13 cm GB 13 cm GB	79	117	103	139	158	224	273
		52	79	69	96	112	164	205
A2	4 cm BB 8 cm GB 10 cm GB	29	48	41	61	72	112	144
A3	4 cm BB 9 cm GB							

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Dimensionnement des chaussées

Chaussée type 4

Couche de base : **Enrobés à Module Élevé**
 Couche de fondation :

Agressivité	Structure
A1	6 cm BB 10 cm EME 10 cm EME
A2	4 cm BB 14 cm EME
A3	4 cm BB 7 cm EME

Épaisseurs nominales

Nom	Enrobés à Module Élevé classe 2	Norme en vigueur	NF P 98-140
Définition	Mélange de liant hydrocarboné, de granulats et/ou d'additifs éventuels, dosés, chauffés et malaxés dans une centrale		
Emploi	Épaisseur minimale en tout point par couche :	Épaisseur moyenne d'utilisation :	
	EME 0/10	5 cm	6 à 8 cm
	EME 0/14	6 cm	7 à 13 cm
	EME 0/20	8 cm	9 à 15 cm
Caractéristiques du granulat	Granulat : base D IIIa fondation E IIIb liant : module de richesse 3,4		
Performances	Essai Duriez à 18°C	0,75	
	Essai PCG : pourcentages de vides		
	à 80 girations pour EME 0/10	6%	
	à 100 girations pour EME 0/14	6%	
à 120 girations pour EME 0/20	6%		
Essai d'orniérage : profondeur d'ornière	7,5%		
(après 30 000 cycles en % de l'épaisseur de la dalle pour une dalle de 10 cm d'épaisseur, à 60°C, à un % de vide compris entre 3 et 6%)			
Essai de module complexe 15°, 10 Hz :	14 000 MPa		
Essai de fatigue ϵ_6 (10°C, 25Hz)	130 μdef		
Répanchage	Température > 140°		
Compacité sur chantier	% vides 6		
Dimensionnement	Module à 10°C - 10 Hz :	17 000 MPa	
	Module à 15°C - 10 Hz :	14 000 MPa	
	ϵ_6 (10°C- 25 Hz) :	130 μdef	
Pente de fatigue b :	-0,2		

Chaussée type 4

Couche de base : **Enrobés à Module Élevé**
 Couche de fondation :

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limons traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	6 cm BB 10 cm EME 10 cm EME	58	87	76	105	121	174	216
		A2	4 cm BB 14 cm EME	33	53	46	67	79
A3	4 cm BB 7 cm GB	25	42	35	52	62	98	128

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Chaussée type 5

Couche de base : **Béton de Ciment**
Couche de fondation :

Agressivité	Structure
A1	36 cm BC
A2	32 cm BC
A3	28 cm BC

Epaisseurs nominales.
A mettre en œuvre sur 10 cm de GNT.

Nom	Chaussées en Béton de Ciment classe 5	Norme en vigueur	NF P 98-170
Définition	Mélange de granulats, de ciment, d'eau et d'un agent entraîneur d'air avec possibilité d'incorporation d'adjuvants, de fibres, etc... fabriqué en centrale et vibré en place		
Emploi	Epaisseur moyenne d'utilisation : 15 à 40 cm		
Caractéristiques du granulat	c III CPA > 0,5		
Performances d'études	Rf 28 > 2,7 MPa Air occlus compris entre 3 et 6%		
Dimensionnement	Module : 35 000 MPa σ_6 : 2,15 MPa Pente de fatigue b : -0,0625 Coefficient de dispersion δ : 1,05		

Chaussée type 5

Couche de base : **Béton de Ciment**
 Couche de fondation :

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	36 cm de BC	177	231	211	262	289	377	442
A2	32 cm de BC	138	186	169	214	239	319	379
A3	28 cm de BC	127	173	156	199	222	298	355

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Chaussée type 6

Couche de base : **Grave Liant Routier**
 Couche de fondation :

Agressivité	Structure
A1	6 cm BB 24 cm GLR 20 cm GLR
A2	6 cm BB 20 cm GLR 20 cm GLR
A3	4 cm BB 19 cm GLR 15 cm GLR

*Epaisseurs
nominales*

Nom	Grave Liant Hydraulique Routier classe 3	Norme en vigueur	NF P 98-116
Définition	Mélange de granulats, de liant spécial (hydraulique), éventuellement de retardateur de prise et d'eau, fabriqué dans une centrale		
Emploi	GLR 0/20	Epaisseur minimale en tout point par couche : 12 cm	Epaisseur moyenne d'utilisation : 15 à 25 cm
Caractéristiques du granulat	Fondation Base	E III b agressivité A1 : D III b agressivité A2 et A3 : E III b	
Composition indicative	Teneur en liant 3 à 5%, exceptionnellement 6%		
Performances d'étude	Rtd 360 > 1,15 MPa E 360 < 40 000 MPa		
Compactage sur chantier	Couche de base et couche de fondation en qualité Q2		
Dimensionnement	Module : 23 000 MPa σ_6 : 0,75 MPa Pente de fatigue b : -0,0667 Coefficient de dispersion δ : 1,345		

Chaussée type 6

Couche de base : **Grave Liant Routier**
 Couche de fondation :

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	6 cm BB 24 cm GLR 20 cm GLR	180	237	216	270	298	390	452
		156	209	190	239	266	352	415
A2	6 cm BB 20 cm GLR 20 cm GLR	111	155	139	181	203	278	333
A3	4 cm BB 19 cm GLR 15 cm GLR							

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Chaussée type 7

Couche de base et de fondation : **Sables Laitiers Cendres Volantes ou Sables Laitiers Cendres Volantes MRD**

Agressivité	Structure
A1	non admis
A2	6 cm BB 39 cm SLCV
A3	4 cm BB 32 cm SLCV

Nom	Sables Laitiers Cendres Volantes Chaux classe S2	Norme en NF P 98-113 vigueur
Définition	Mélange de sables, corrigés éventuellement par un ajout granulaire, de laitier vitrifié de haut fourneau, de cendres volantes silico-alumineuses, de chaux et d'eau, fabriqué en centrale	
Emploi	SLCV	Epaisseur moyenne d'utilisation : 20 à 40 cm
Caractéristiques du sable	Propreté Friabilité	PR1 ou PR2 Fs < 50
Composition indicative	Sable 84 % Laitier + cendres volantes 15% Chaux 1%	
Performances d'étude	Rtd 360 0,67 MPa E 360 11 300 MPa	
Compactage sur chantier	Qualité Q2	
Dimensionnement	Module : 8 500 MPa σ_g : 0,43 MPa Pente de fatigue b : -0,1 Coefficient de dispersion δ : 0,9434	

Chaussée type 7

Couche de base et de fondation : **Sables Laitiers Cendres Volantes ou Sables Laitiers Cendres Volantes MRD**

INDICE DE GEL ADMISSIBLE (IA)

Agressivité	Structure	Limens traités		Machefers-schistes graves calcaires				
		0.2	0.3	0.3	0.4	0.45	0.6	0.7
A1	non admis							
A2	6 cm BB 39 cm SLCV	220	287	264	325	357	463	539
A3	4 cm BB 32 cm SLCV	153	207	188	238	265	354	418

Structure gélive pour un hiver rigoureux non exceptionnel

Structure gélive pour un hiver exceptionnel

Structure non gélive pour les deux hivers considérés

Dimensionnement des chaussées



3

Dimensionnement
des trottoirs, zones de
stationnement VL,
voies réservées
aux cycles, voies
piétonnes et
couloirs bus

III.1. Dimensionnement des trottoirs et zones de stationnement VL

A/ Trottoirs non accessibles



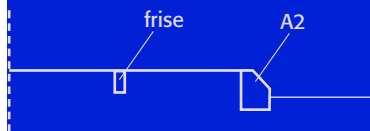
MTLH *	Béton désactivé	Dalles**	Pavés béton**
3 BB	10 BC	8 + ép. lit de pose	6 + ép. lit de pose
15 MTLH	10 GNT	15 MTLH	15 MTLH

Pour les dalles et pavés béton, il s'agit d'une épaisseur minimale.

* MTLH : Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques (GLCV, GLCV MRD, SL SLCV,...)
G2 minimum pour les graves traitées, S2 minimum pour les sables traités.

** pour les formats et la mise en œuvre se référer au Catalogue des Matériaux Modulaires de la C.U.D.L. et au fascicule 29.

B/ Zones de stationnement ou trottoirs accessibles aux véhicules



Pour les trottoirs dont l'affectation est mixte, on adoptera une structure unique.

MTLH *	Béton désactivé	Dalles en trottoir**	Pavés béton**
4 BB	12 BC	8 + ép. lit de pose	8 + ép. lit de pose
20 MTLH	15 GNT	20 MTLH	20 MTLH

Pour les dalles et pavés béton, il s'agit d'une épaisseur minimale.

Les dalles seront posées uniquement en zone trottoir.

En cas de création nouvelle (ZAC, lotissement), la couche de fondation sera posée sur une couche de forme (voir paragraphe I.3. page 11) en matériau non traité d'une épaisseur minimale de 15 cm après évacuation de la terre végétale.

Pour les parcs de stationnement, exclusivement réservés aux véhicules légers, on adoptera une structure de chaussée de classe d'agressivité A3.

Pour les parcs de stationnement poids lourds, une étude particulière est nécessaire, on adoptera une structure au moins égale à une chaussée de classe d'agressivité A2.

* MTLH : Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques (GLCV, GLCV MRD, SL SLCV,...)
G2 minimum pour les graves traitées, S2 minimum pour les sables traités.

** pour les formats et la mise en œuvre se référer au Catalogue des Matériaux Modulaires de la C.U.D.L. et au fascicule 29.

III.2. Les voies réservées aux cycles

Les pistes cyclables ne sont pas amenées à supporter des sollicitations en fatigue. la plus importante des surcharges sera apportée lors de l'exécution des travaux, sous réserve que les pistes cyclables soient interdites au stationnement et à la circulation des véhicules lourds.

Pour le dimensionnement des structures de ces voies, on se reportera au chapitre "trottoirs".

Pour le dimensionnement des bandes cyclables positionnées le long de la chaussée, on adoptera la même structure que la chaussée elle-même.

Il s'agit donc :

- de concevoir une structure légère et économique
- de faire appel à des ressources locales
- de faire en sorte que la couche de roulement soit imperméable, antidérapante, agréable d'aspect.

III.3. Les voies piétonnes

Dimensionnement de l'assise

Après une étude préalable de circulation, les couches de base et de fondation seront déterminées à partir des fiches de dimensionnement des chaussées.

Le polissage de surface est strictement interdit en domaine public.

Nota : pour le choix des matériaux, le projeteur devra se référer au catalogue de matériaux modulaires de la C.U.D.L.

Principales caractéristiques du revêtement

Pour le piéton, le revêtement doit :

- être non glissant
- avoir une bonne rugosité
- avoir une bonne planéité
- être confortable
- être esthétique

III.4. Les couloirs bus

Le choix des structures pour la réalisation des couloirs réservés aux bus doit résulter d'une étude particulière. Celle-ci tiendra compte des classes d'agressivité et de la portance du sol support.

Le revêtement de chaussée sera rigoureusement choisi et dimensionné.

Un bon comportement vis à vis de l'ornièrage sera recherché.