

Voirie à faible trafic en béton. Conception et dimensionnement

La voirie en béton est constituée d'un revêtement en béton de ciment, qui sert de couche de roulement. Toutes ses caractéristiques (largeur, épaisseur, profil en travers, profil en long, etc.) peuvent être modulées selon sa nature et sa destination.



CONCEPTION

Grâce à sa souplesse d'adaptation, il est possible d'envisager de construire une voirie en Béton dans, pratiquement, tous les cas - quelle que soit la particularité du projet - et ceci à un coût très compétitif.

Les caractéristiques mécaniques du béton (grande rigidité, forte résistance vis-à-vis de diverses sollicitations, etc.) permettent d'apporter des simplifications substantielles au niveau de la conception de la structure, du profil en travers et du profil en long,... et par suite des économies notables sur l'investissement et sur l'entretien. Pour contrôler certains phénomènes inévitables et propres au matériau béton, tels que le retrait hydraulique et le retrait thermique, il est nécessaire de prévoir des dispositions constructives spécifiques (joints).

D'une manière générale, la réalisation d'une route dans de bonnes conditions et son bon fonctionnement dans le temps nécessitent de respecter, dans sa conception, certaines règles fondamentales touchant à l'infrastructure, à l'assainissement, au drainage et aux matériaux constituant la chaussée.

■ Infrastructure

Les qualités principales d'un revêtement en béton sont sa tenue à la fatigue, qui garantit sa durabilité, et sa grande rigidité, qui permet d'assurer une bonne répartition des charges sur le sol support. Celui-ci n'est, de ce fait, que peu sollicité. Les structures rigides se passent donc de fondations complexes et l'économie ainsi engendrée les rend très compétitives, en particulier dans le cas des voiries à faible trafic. Cependant, cette répartition des charges résulte d'une flexion de la chaussée béton, dans laquelle se développent notamment des contraintes de traction à la partie inférieure. L'existence de points durs et de tassements différentiels pouvant perturber leur bonne répartition, il est donc indispensable que le revêtement repose sur un sol homogène et portant.

Trois cas peuvent se présenter :

● Cas d'un sol de faible portance

Des solutions d'amélioration (couche de forme ou traitement des

sols en place) sont à prévoir chaque fois que la portance du sol au moment des travaux est p_0 ($CBR \leq 3$) ou p_1 ($3 < CBR \leq 6$) (Fig. 1).

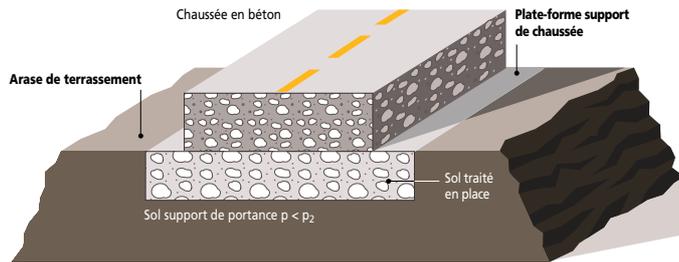


Fig. 1 : Cas d'un sol de faible portance

Les améliorations nécessaires sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Choix des améliorations du sol support

Portance	Améliorations nécessaires		
Portance prévisible de la plate-forme à court terme	Épaisseur de la couche traitée en place	Épaisseur de la couche de forme non traitée	Nouvelle portance
$p = p_0^*$; $CBR \leq 3$	35 cm	50 cm	p_2
$p = p_1$; $3 < CBR \leq 6$	20 cm	30 cm	p_2

* De plus, si ce niveau de portance nulle ($P = P_0$) caractérise aussi la portance à long terme de la plate-forme, la solution d'amélioration sera associée à des travaux de drainage.

● Cas d'un sol hétérogène et portant

Une couche de réglage, d'une épaisseur de 10 cm, doit être interposée entre le sol support et le revêtement béton (Fig. 2).

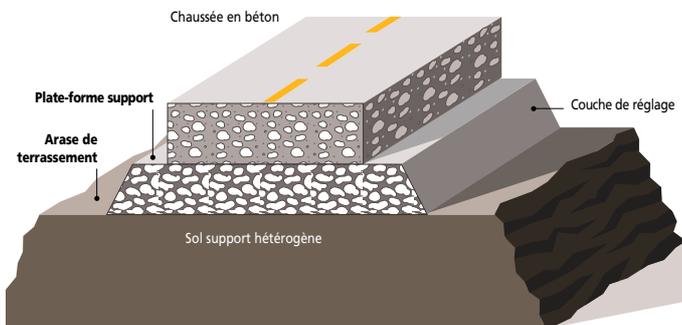


Fig. 2 : Cas d'un sol hétérogène et portant

● Cas d'un sol homogène et portant

La structure béton est réalisée directement sur le sol convenablement préparé (nivelé et compacté) (Fig. 3).

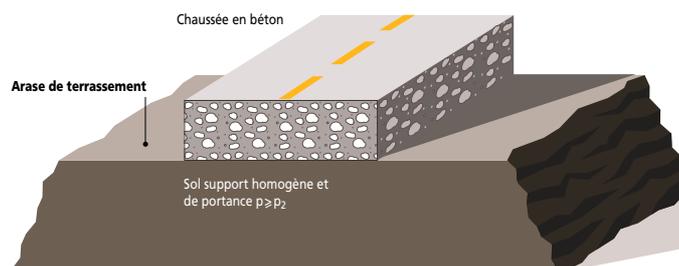


Fig. 3 : Cas d'un sol homogène et portant

■ Drainage

Quelle que soit la structure et quels que soient les matériaux qui la constituent, l'eau a toujours été considérée comme le pire ennemi de la route. Elle est un élément décisif d'accélération des dégradations des structures de chaussées. Ceci est aussi vrai pour les revêtements en béton, mais à moindre échelle.

Pour éviter les accumulations d'eau sous le revêtement en béton et les accotements, ainsi que ses effets néfastes, des dispositions constructives – maintenant classiques – sont adoptées.

● La collecte et l'évacuation des eaux superficielles



Afin d'assurer la sécurité et le confort des usagers (aquaplanage, projections d'eau) il faut évacuer rapidement l'eau de la surface de la chaussée. Un profil en travers adapté, avec dévers d'au moins 2%, canalisera l'eau soit au milieu de la chaussée, soit latéralement. L'eau sera ensuite évacuée de façon classique par des caniveaux et des avaloirs judicieusement placés.

● Le remplissage des joints

Cette disposition doit être modulée en fonction du type de la voirie, du trafic et des conditions climatiques. Elle consiste à introduire dans les joints sciés transversaux et longitudinaux, un produit imperméable, déformable, résistant et adhérent aux deux bords de la réserve. Les produits de remplissage les plus utilisés sont les produits coulés à chaud, constitués essentiellement de bitume adapté ou des produits à base de liège.

● Les dispositifs de drainage

Il existe deux types de dispositifs de drainage :

• Dispositifs de drainage de la plate-forme (déblais, nappes affleurantes, points singuliers etc.)

Ces dispositifs sont à prévoir quelle que soit la classe de trafic de la voirie et sont utilisés à des endroits singuliers tels :

- point bas du profil en long : un drain transversal, en épi, peut être nécessaire.

- purge localisée de la plate-forme : il est souhaitable dans ce cas de prévoir un matériau drainant (béton poreux par exemple) en fond de forme, relié à un drain et à un exutoire.
- pente accentuée du profil en long sur une grande longueur : des écoulements d'eau longitudinaux importants, au niveau du support, peuvent se produire et qui nécessitent l'utilisation de drains transversaux disposés en épis à des intervalles réguliers (par exemple, tous les 100 mètres).

• Dispositifs de drainage de l'eau due aux infiltrations superficielles

L'eau qui a pu s'infiltrer dans la chaussée est acheminée vers les côtés et évacuée par des drains et des exutoires. A l'interface dalle-support, la circulation de l'eau est assurée, soit par gravité (écoulement le long des pentes transversales), soit à l'aide d'un complexe associant des géotextiles filtrants et drainants, placé sur toute la surface de la chaussée et qui permet aussi de protéger le support contre l'érosion.

■ Les joints

Les joints ont pour but de localiser la fissuration du béton (phénomène inévitable, du fait de sa nature et des variations climatiques journalières ou saisonnières), de manière précise et déterminée à l'avance. La réalisation correcte des joints est donc une condition essentielle à la pérennité de la voirie.

● Les différents types de joints

On distingue trois grandes familles de joints : les joints transversaux, les joints longitudinaux et les joints de dilatation.

• Joints transversaux

Ils sont perpendiculaires à l'axe de la route et sont classés en trois catégories : les joints de retrait / flexion, les joints de retrait / flexion goujonnés, les joints de construction.

Joints de retrait/flexion

Leur rôle est de réduire les sollicitations dues au retrait et au gradient de température. Ils sont réalisés en créant à la partie supérieure du revêtement, une saignée ou une entaille qui matérialise un plan de faiblesse selon lequel le béton est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction ou flexion. Ces joints doivent avoir une profondeur comprise entre un quart et un tiers de l'épaisseur du revêtement et une largeur comprise entre 3 et 5 mm (Fig. 4).

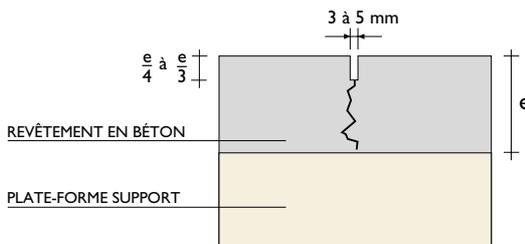


Fig. 4 : Schéma d'un joint de retrait / flexion

L'espacement optimal des joints dépend du retrait du béton, des caractéristiques de friction de l'infrastructure et de l'épaisseur du revêtement. Le transfert de charges aux

droits des joints est d'autant mieux assuré que leur espacement est réduit. Toutefois, l'expérience et la pratique ont permis d'établir une corrélation directe entre l'espacement des joints et l'épaisseur du revêtement. Le tableau 2 présente les espacements recommandés en fonction des épaisseurs de la dalle.

Tableau 2 : Espacement des joints de retrait/flexion en fonction de l'épaisseur de la dalle

Épaisseur de la dalle (cm)	Espacements des joints (m)
12	3,00
13	3,25
14	3,50
15	3,75
16	4,00
17	4,25
18	4,50
19	4,75
20	5,00

Joints de retrait/flexion goujonnés

Les goujons ont pour rôle d'améliorer le transfert des charges aux droits des joints de retrait/flexion. Les goujons, de diamètre compris entre 20 et 30 mm, sont installés à mi-hauteur de la dalle dans le sens longitudinal et espacés de 0,75 m. Ils sont utilisés pour les routes à trafic élevé.

Joints de construction

Ils sont réalisés après chaque arrêt de bétonnage supérieur à une heure. La dalle est retaillée à 90°, pour obtenir un bord franc, et solidarisée avec la coulée de béton suivante, à l'aide de goujons d'un diamètre de 20 à 30 mm, placés à mi-hauteur dans le sens longitudinal et espacés de 0,75 m (Fig. 5). Dans le cas où un revêtement est mis en œuvre en plusieurs bandes, un joint de construction doit correspondre obligatoirement à un joint de retrait / flexion dans la bande adjacente.

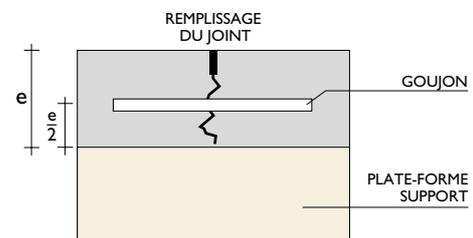


Fig. 5 : Schéma d'un joint de construction (transversal ou longitudinal)

• Les joints longitudinaux

Ces joints sont parallèles à l'axe de la voirie. Ils ne sont nécessaires que si la largeur du revêtement est supérieure à 4 m 50. Ils sont classés en deux catégories :

Les joints longitudinaux de retrait / flexion

Ils servent principalement à compenser les contraintes provoquées par le gradient thermique. Ils sont réalisés en créant dans le revêtement coulé en pleine largeur, une saignée ou une

entaille longitudinale dont les caractéristiques sont similaires à celles des joints de retrait / flexion transversaux (Fig. 6).

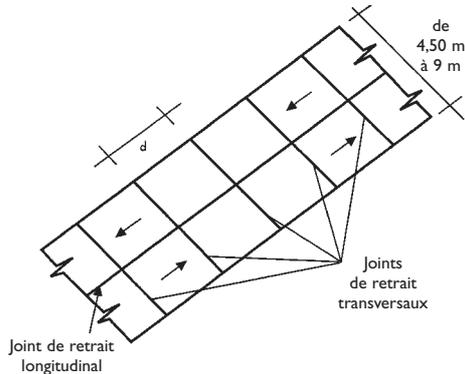


Fig. 6 : Disposition des joints de retrait / flexion transversaux et longitudinaux

Les joints longitudinaux de construction

Ils sont réalisés quand le revêtement est mis en œuvre en plusieurs bandes. Il est recommandé, alors, de solidariser les deux bandes adjacentes du revêtement soit en façonnant une clé constituée de formes conjuguées, soit en utilisant des fers de liaison transversaux pour maintenir l'alignement vertical des bandes adjacentes et maîtriser l'ouverture du joint (Fig. 7).

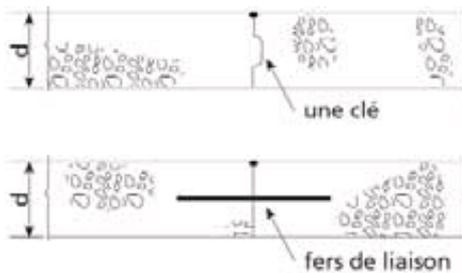


Fig. 7 : Schémas de joints longitudinaux de construction

• Les joints de dilatation

Leur rôle est de compenser les variations dimensionnelles des dalles, dues essentiellement à l'élévation de la température. Ils ne sont requis que dans certains cas particuliers pour séparer complètement la dalle des équipements fixes comme les regards, les socles de lampadaire, les bâtiments, les approches d'ouvrages d'art, les virages à faible rayon de courbure, etc. Ils constituent une interruption totale du revêtement sur toute son épaisseur. La saignée est remplie d'une fourrure en matière compressible dont l'épaisseur est comprise entre 10 et 20 mm (Fig. 8). Un soin particulier doit être accordé à la réalisation de ces joints.

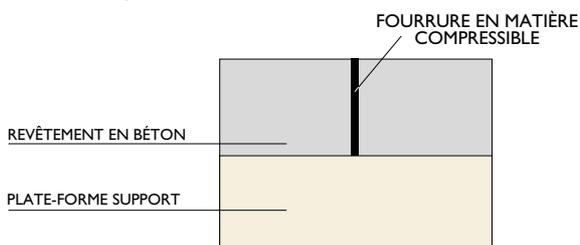


Fig. 8 : Schéma d'un joint de dilatation

• Disposition des joints

Pour concevoir un schéma de jointoiment, on tiendra compte de certaines règles de bonne pratique, qui sont détaillées ci-après : **les joints de retrait/flexion** découpent un revêtement en dalles. Il est préférable de donner à ces dalles une forme carrée ou rectangulaire avec un rapport dimensionnel maximal de 1,5 à 1 (Fig. 9).

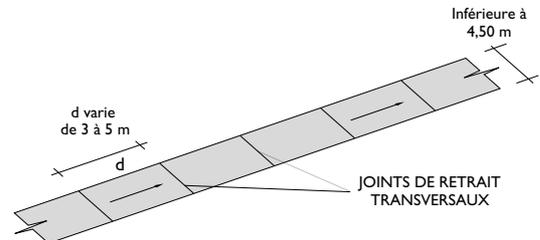


Fig. 9 : Schéma de jointoiment pour une voirie à une voie de circulation

Des formes autres que carrées ou rectangulaires sont cependant permises pour adapter le revêtement aux besoins du tracé, de la géométrie de la voirie. Ces formes sont telles qu'elles ne comportent pas d'angles aigus (Fig. 10).

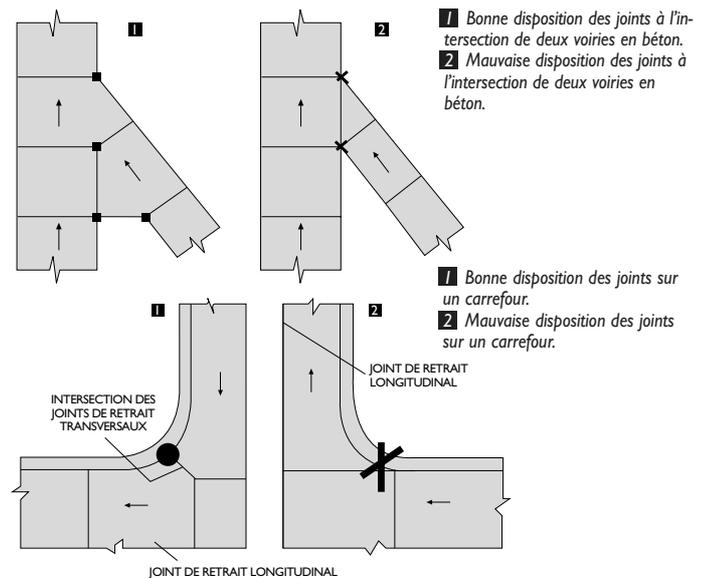


Fig. 10 : Disposition des joints à l'intersection de deux voiries

Des joints de dilatation doivent être exécutés pour isoler le revêtement de certains équipements fixes comme les regards, les socles de lampadaire, etc. (Fig. 11).

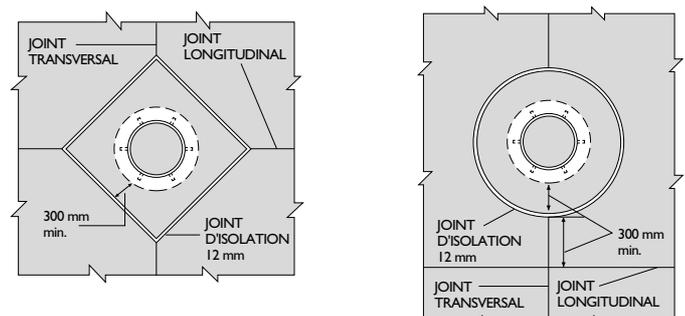


Fig. 11 : Disposition d'un joint de dilatation autour d'un couvercle de regard d'égout

DIMENSIONNEMENT

Méthode de dimensionnement

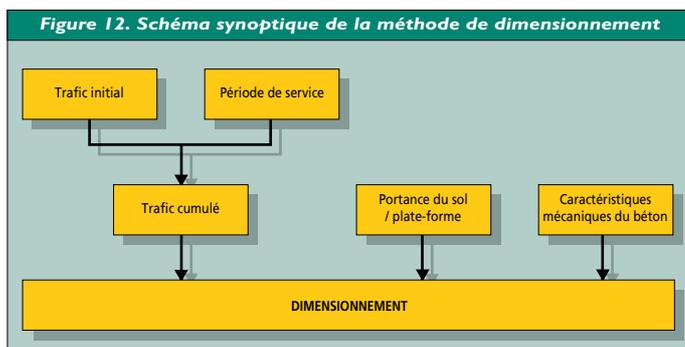
Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement de chaussées en béton, basées sur des modèles mathématiques et/ou des considérations pratiques tirées de l'expérience et qui se présentent sous la forme soit d'abaques de dimensionnement, soit d'un catalogue de structures-types, soit de méthodes de calcul pratiques.

Il s'agit de fixer une période de service à assurer par la structure, définie comme la période probable pendant laquelle la chaussée supportera le trafic prévu sans devoir recourir aux travaux d'entretien. Le choix de la période de service intervient dans le calcul du trafic cumulé. Elle peut être prise entre cinq et quarante ans. Mais, comme nous allons le constater par la suite, le dimensionnement d'une chaussée en béton - donc son coût initial - varie en fait assez peu en fonction de la période de service choisie. Il y a donc intérêt à retenir une durée longue (entre vingt et quarante ans).

Les paramètres d'entrée indispensables au dimensionnement d'une chaussée en béton (Fig. 12) sont relatifs :

- à l'action du trafic ;
- à la portance du sol ou de la plate-forme support de chaussée ;
- aux caractéristiques des matériaux qui constituent la chaussée.

Le choix de ces différents paramètres, et notamment l'évaluation du trafic, conditionnera en grande partie le comportement futur de la chaussée.



Le trafic

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées.

En effet, chaque passage de véhicule sur la chaussée entraîne une légère fatigue de celle-ci, tant pour ce qui concerne la structure que les qualités de surface. L'accumulation de ces dommages élémentaires conduit à la dégradation progressive de l'ensemble.

Le calcul de dimensionnement fait donc intervenir le trafic cumulé qui circule sur la chaussée durant la période de service prévue.

D'autre part, l'expérience a montré l'influence fondamentale du poids des essieux sur le dommage observé : un essieu de poids lourds est infiniment plus agressif qu'un essieu de voiture légère. Il est donc nécessaire de quantifier le trafic sur le plan de l'agressivité des véhicules.

En France, le trafic estimé à la mise en service est converti en nombre d'essieux standards au moyen d'un coefficient multiplicateur qui tient compte de l'agressivité du type de véhicule. Le terme "essieu standard" désigne l'essieu isolé à roues jumelées supportant une charge de 13 tonnes, qui est la charge maximale légale en France.

Le trafic cumulé à prendre en compte dépend alors du trafic existant ou prévu lors de la mise en service de la route, de l'agressivité du trafic, de la période de service souhaitée de la chaussée, du taux moyen de croissance annuelle du trafic pendant cette période.

● Détermination du trafic à la mise en service

Il est évalué à l'aide de la formule : $t = [M.J.A.] \times K \times R$

où "t" est le trafic à la mise en service exprimé en poids lourds de poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 tonnes, par jour et par sens de roulement.

[M.J.A.] est le trafic Moyen Journalier Annuel.

"K" est un coefficient de conversion en poids lourds de poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 tonnes.

"R" est un coefficient prenant en compte le recouvrement des bandes de roulement.

● Trafic moyen journalier annuel "M.J.A."

Il peut être évalué, selon le cas à étudier, de différentes façons :

- soit par comptage lorsqu'il s'agit de l'aménagement d'un itinéraire existant ;
- soit par estimation du trafic basée sur une étude de trafic dans la zone intéressée par le projet ;
- soit, enfin, par évaluation à partir de méthodes indirectes : tonnage transporté transformé en trafic ou estimation du trafic "drainé" par la nouvelle route à partir des itinéraires qu'elle déleste.

Or, le temps disponible pour les études des projets de voiries étant le plus souvent limité, il n'est pas toujours possible de réaliser des comptages sur des périodes longues et représentatives. Les résultats obtenus sont, de ce fait, partiels et incomplets. Il convient donc, dans de tels cas, d'effectuer des corrections sur le trafic obtenu pour tenir compte des variations saisonnières connues (transport de betteraves, vendanges, vacances, etc.) et des augmentations temporaires de trafic (déviation).

Cette façon de faire est très intéressante car elle permet, en tenant compte des variations saisonnières du trafic et de la pondération de ces variations sur une année entière, d'estimer avec plus de précision le trafic moyen journalier annuel que la route aura à supporter.

Le trafic MJA est exprimé par sens de circulation, soit en essieux supérieurs à 9 t, soit en poids lourds de charge utile > 5 t, soit en poids lourds de poids total autorisé en charge > 3,5 t, soit tous véhicules.

• Coefficient K

Ce coefficient permet de convertir le trafic MJA, mesuré lors de l'étude de trafic, en poids lourd de poids total autorisé en charge > 3,5 t. Le tableau 3 donne le coefficient K en fonction de la nature du trafic MJA.

Tableau 3 : Détermination du coefficient de conversion K en fonction de la nature du trafic MJA

Nature du trafic MJA		K
Essieux supérieurs à 9 t		1,25
P. L. de charge utile > 5 t		1,25
P. L. de poids total autorisé en charge > 3,5 t		1
Tous véhicules	> 1 000	0,125
	500 - 1 000	0,0875
	< 500	0,0625

• Coefficient R

C'est un coefficient de pondération lié à la largeur utile de la route. Il prend en compte le recouvrement des bandes de roulement dans le cas des chaussées bidirectionnelles à largeur réduite. Le tableau 4 donne le coefficient R en fonction de la configuration de la route.

Tableau 4 : Détermination du coefficient R en fonction de la configuration de la route

Configuration de la route	R
Route unidirectionnelle	1
Route bidirectionnelle de largeur > 6 m	1
Route bidirectionnelle de largeur 5 à 6 m	1,5
Route bidirectionnelle de largeur < 5 m	2
Route bidirectionnelle de largeur < 5 m circulée par des camions en charge dans un sens et à vide dans l'autre sens	1,5

• Classes de trafic

A partir du trafic à la mise en service "t", exprimé en poids lourds de poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 tonnes, on peut désigner la classe du trafic pour le sens de circulation étudié conformément aux indications figurant dans le tableau 5.

Tableau 5 : Classes de trafic pour les routes à faible trafic

Classes de trafic	Trafic à la mise en service (exprimé en poids lourds de poids total autorisé en charge > 3,5 t)
t ₃₊	125 à 190
t ₃₋	63 à 125
t ₄	32 à 63
t ₅	12 à 32
t ₆	0 à 12

• Détermination du trafic cumulé "N"

Le trafic cumulé "N", exprimé en nombre cumulé d'essieux standards, est déterminé par l'expression :

$$N = 365 \text{ t. C. A.}$$

où "365 t" représente le trafic de l'année de mise en service, "t" étant le trafic journalier moyen de l'année de mise en service ou classe de trafic.

"C" est le facteur de cumul qui tient compte de la période de service choisie et du taux annuel de croissance du trafic.

"A" est le facteur d'agressivité du trafic qui permet de convertir le trafic à la mise en service "t" en nombre d'essieux standards de 13 t.

• Détermination de "C"

Le facteur de cumul "C" est déterminé à partir des hypothèses fixées par le projeteur et concernant, d'une part, la période de service et, d'autre part, le taux annuel de croissance du trafic. En désignant par "n" la période de service et par "r" le taux annuel de croissance du trafic, l'expression du facteur de cumul est donné par :

$$C = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

La détermination de "C" nécessite de choisir une période de service "n", et un taux annuel de croissance du trafic "r". Ce choix appelle les commentaires suivants :

Période de service

Elle est définie comme la période probable pendant laquelle la chaussée supportera le trafic prévu sans devoir recourir à un entretien structurel. Dans le cas des voiries, on retient en général l'hypothèse d'une période de service longue, au moins égale à vingt ans.

Taux annuel de croissance du trafic

En règle générale, il n'est pas facile d'évaluer ce taux d'une façon précise. Il dépend de plusieurs facteurs : les conditions économiques locales, la position stratégique de la route dans le réseau régional, etc.

Les valeurs du taux généralement retenues dans les projets se situent dans la fourchette 0-5%. Dans le cas où l'on ne dispose pas de prévisions sur l'évolution probable du trafic, on retient de préférence un taux de 4%. Le tableau 6 donne les valeurs du facteur de cumul C.

Tableau 6 : Détermination du facteur de Cumul C

Facteur de cumul C	Période de service "n" (en années)	Période de service "n" (en années)		
		20	30	40
Taux de croissance annuel du trafic r %	0	20,0	30,0	40,0
	1	22,0	34,8	48,9
	2	24,3	40,6	60,4
	3	26,9	47,6	75,4
	4	29,8	56,1	95,0
5	33,1	66,4	120,8	

• Détermination de "A"

Il tient compte de la composition du trafic lourd. Il permet de convertir les poids lourds de poids total autorisé en charge > 3,5 t en équivalent d'essieux standards de 13 t. Il a les valeurs suivantes (tableau 7) :

Tableau 7 : Valeurs du facteur d'agressivité A en fonction de la classe de trafic	
Classes de trafic	Facteur d'agressivité A
t ₃₊	0,8
t ₃₋	0,7
t ₄	0,5
t ₅	0,4
t ₆	0,3



■ Évaluation de la portance de la plate-forme

Pour dimensionner correctement une voirie, il est indispensable d'évaluer la portance à long terme du sol (notée p) ou de la plate-forme support de chaussée (notée PF). Cette portance est égale à la portance à long terme du sol mis à nu par les terrassements, augmentée, le cas échéant, du gain de portance obtenu soit par une éventuelle couche de forme, soit par un éventuel traitement en place du sol. Le Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA-LCPC/1981) défi-

nit six niveaux de portance du sol support désignés, dans l'ordre croissant par p₀ - p₁ - p₂ ou PF₁ - p₃ ou PF₂ - p₄ ou PF₃ et p₅ ou PF₄.

Le tableau 8 donne les critères de classification des sols, soit par l'essai CBR, soit par un examen visuel, soit par l'essai à la plaque.

■ Définition de la classe de résistance du béton

Les bétons routiers doivent répondre aux sollicitations répétées du trafic et des effets climatiques; leur résistance à la traction par flexion entre directement en ligne de compte pour le dimensionnement.

Ces bétons doivent donc être aussi homogènes et compacts que possible et présenter des caractéristiques mécaniques adéquates. Le tableau 9 donne les caractéristiques mécaniques requises de ces matériaux, conformément à la norme NF P 98 170. La composition des bétons doit donc être établie compte tenu des caractéristiques des matériaux disponibles et des résistances à atteindre.

Les classes 1, 2 et 3 correspondent à des bétons destinés en général aux couches de fondation et aux couches de base.

Les classes 4 et 5 correspondent à des bétons destinés en général aux couches de roulement routières et autoroutières.

Tableau 9 : Classification des bétons routiers

Classe de résistance NF P 98 170	Résistances caractéristiques à 28 jours en MPa	
	Compression NF P 18 406	Fendage NF P 18 408
6	-	3,3
5	-	2,7
4	-	2,4
3	25	2,0
2	20	1,7
1	15	1,3

La classe 6 correspond à un béton destiné aux couches de roulement aéroportuaires.

Dans cette documentation, la détermination des épaisseurs du revêtement en béton a été effectuée avec un béton de classe 5. Pour un béton de classe 4, il faut ajouter 2 cm.

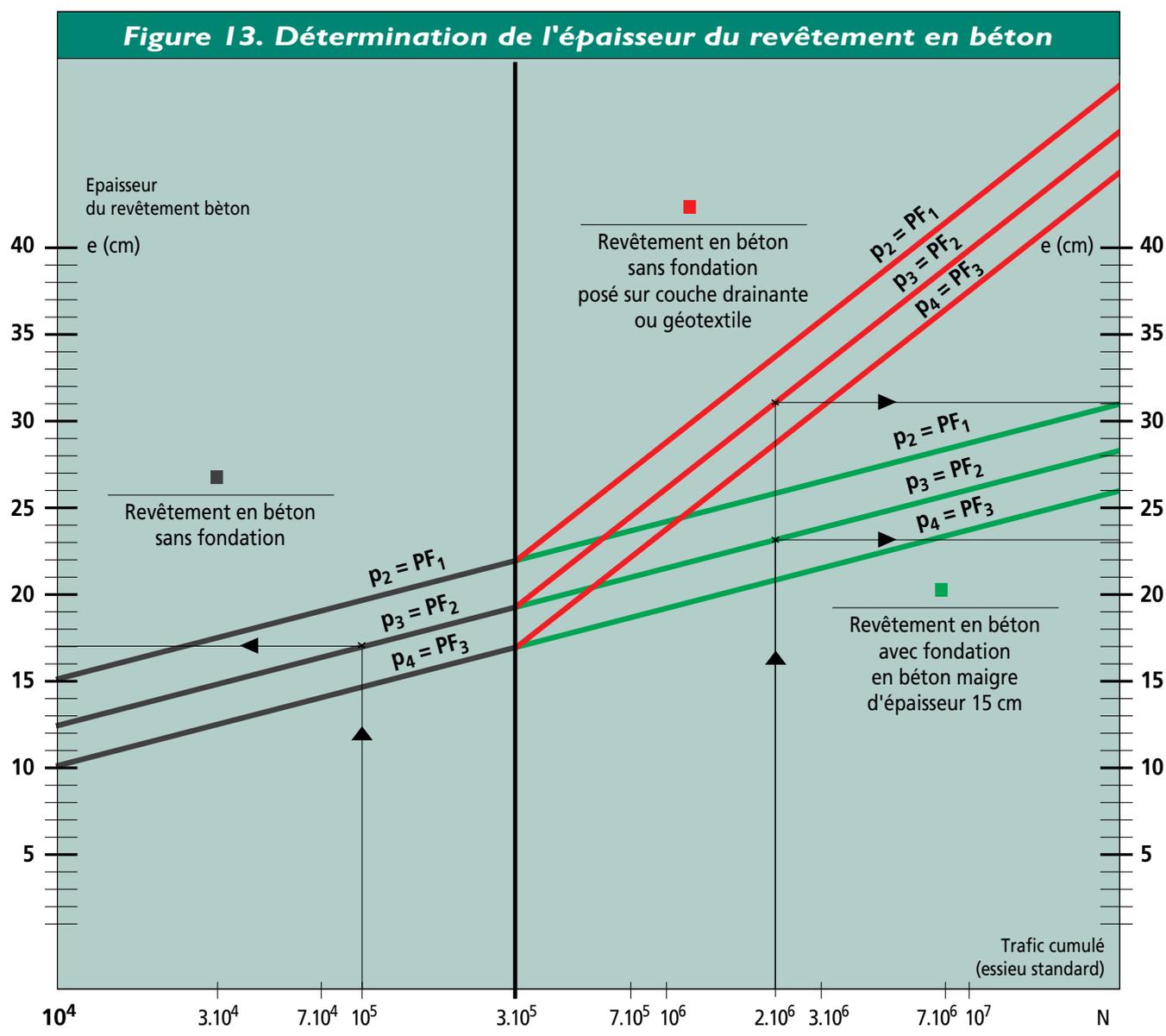
Tableau 8 : Classification des sols en fonction de leur portance

p	Examen visuel (essieu de 13 t)	Indice portant CBR	Module de déformation à la plaque EV ₂ (MPa)
p ₀	circulation impossible, sol inapte, très déformable	CBR ≤ 3	EV ₂ ≤ 15
p ₁	ornières derrière l'essieu de 13 t déformable	3 < CBR ≤ 6	15 < EV ₂ ≤ 20
p ₂ ou PF ₁	pas d'ornières derrière l'essieu de 13 t	déformable	20 < EV ₂ ≤ 50
p ₃ ou PF ₂		peu déformable	50 < EV ₂ ≤ 120
p ₄ ou PF ₃		très peu déformable	120 < EV ₂ ≤ 200
p ₅ ou PF ₄		très peu déformable	CBR > 50

■ Détermination des épaisseurs des revêtements en béton

Le dimensionnement du revêtement en béton est effectué en lisant sur l'abaque (Fig. 13) l'épaisseur de la couche de roulement en béton (classe 5) en fonction du trafic cumulé N , exprimé en essieux standards de 13 tonnes et de la portance de la plate-forme ($p_2 = PF_1$, $p_3 = PF_2$, $p_4 = PF_3$) et en fonction de la structure envisagée pour la chaussée (structure sans

fondation, structure avec fondation en béton maigre). Dans le cas où le trafic cumulé estimé dépasse $2,5 \cdot 10^6$ essieux standards, il est conseillé de goujonner les dalles béton du revêtement dans le but d'améliorer le comportement à long terme de la structure. L'utilisation des goujons, aux droits des joints transversaux de retrait flexion, permet au niveau de la couche de roulement une réduction d'épaisseur de l'ordre de 3 cm par rapport à l'épaisseur obtenue sur la figure 13, toutes conditions égales par ailleurs. ●



CIM *béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex Tél. : 01 55 23 01 00 Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net Site Internet : www.infociments.fr