Dimensionnement des voiries et aménagements urbains en béton

Mai 2019

Ce chapitre traite du dimensionnement, c'est-à-dire, de la détermination de l'épaisseur du revêtement en béton et de celle de la couche de fondation éventuelle. L'objectif est de justifier l'épaisseur de la couche de béton qui optimise le coût global de la chaussée sur une période de service bien déterminée.

Dans l'article Conception des voiries et aménagements urbains, nous avons donné les principes de base pour la conception d'une voirie en béton (trafic ≤ t3). Il s'agit, en l'occurrence, du choix du profil en travers, de la nécessité ou non d'une couche de fondation, des dispositions constructives spécifiques (joints, etc.).

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 structurel. Le choix de la période de service intervient dans le calcul du trafic cumulé. Elle peut être prise **entre cinq et cinquante 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 cinquante ans).

Les paramètres d'entrée indispensables au dimensionnement d'une chaussée en béton (Fig. 30) 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.

Fig 30. Schéma synoptique de la méthode de dimensionnement

Fig 30. Schéma synoptique de la méthode de dimensionnement

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.
Comme l'objectif de la chaussée est d'assurer le passage des véhicules pendant un certain nombre d'années, le calcul de dimensionnement fait donc intervenir **le trafic cumulé, converti en « essieu standard »,** qui circule sur la chaussée tout au long de cette période.

Ce 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 : $t = [T.M.J.A.] \times R$

où :

t : est le trafic à la mise en service exprimé en poids lourds par jour et par sens de roulement. Le poids lourd, défini dans la norme NF P 98 082, désigne un véhicule dont le Poids Total Autorisé en Charge « PTAC » est supérieur ou égal à 35 kN (3,5 tonnes)
[T.M.J.A.] : est le Trafic Moyen Journalier Annuel
R : est un coefficient prenant en compte le recouvrement des bandes de roulement

a) Trafic Moyen Journalier Annuel « T.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.

Dans le cas des routes à faible trafic, l'intensité du trafic et son agressivité varient dans de très larges proportions en fonction notamment de la nature de la voirie et de sa destination. Citons, à titre d'exemple, certains cas courants :

- en milieu agricole, le trafic est saisonnier. Il peut être très lourd dans les zones de culture industrialisée ou léger dans les régions d'élevage ;
- une route à caractère purement agricole peut constituer un raccourci entre deux villages et devenir un itinéraire de liaison qui sera amené à supporter un trafic plus élevé que prévu ;
- le trafic sur les routes forestières est, en règle générale, réduit mais constitué exclusivement de poids lourds circulant en toute saison ;
- sur les voiries de lotissements, le trafic lourd circule au moment de la construction des habitations. Le trafic ultérieur est en grande partie constitué de véhicules légers dont le nombre est étroitement lié à celui des habitations et n'est pas de ce fait sujet à évolution dans le temps.

Ces quelques exemples illustrent bien l'importance que revêt la fonction réelle de la route dans la détermination du trafic.

D'autre part, 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** (déviations).

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, par ordre de préférence en :

- poids lourds de poids total autorisé > 3,5 t
- tous véhicules.

b) 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 7 donne le coefficient R en fonction de la configuration de la route.

Tabl 7. Détermination du coefficient R

Tabl 7. Détermination du coefficient R

Classes de trafic

À partir du trafic à la mise en service « t », exprimé en poids lourds dont le poids total autorisé en charge (PTAC) est supérieur ou égal à 3,5 tonnes, on peut désigner la classe du trafic pour le sens de circulation étudié conformément à la définition des classes de trafic donnée au chapitre 2 du T50 (2019).

Le tableau 8 donne, à titre de rappel, les différentes classes de trafic.

Tabl 8. Définition des classes de trafic (PTAC)

Tabl 8. Définition des classes de trafic (PTAC)

Lorsque les comptages sont réalisés tous véhicules, c'est-à-dire qu'ils ne différencient pas les poids lourds des véhicules légers, il est possible d'estimer la classe de trafic poids lourds en fonction du nombre total journalier de véhicules supporté par la chaussée (tableau 9).

Tabl 9. Définition des classes de trafic (tous véhicules)

Tabl 9. Définition des classes de trafic (tous véhicules)

Trafic poids lourds cumulé et nombre équivalent d'essieux de référence

Pour le dimensionnement mécanique de la chaussée, il est également nécessaire de déterminer le trafic cumulé sur la période de dimensionnement. Le dimensionnement mécanique de la chaussée est réalisé en considérant le trafic poids lourds cumulé pour la durée de dimensionnement retenue, représenté par le Nombre cumulé de Poids Lourds (NPL) et calculé selon l'équation.

$$NPL = 365 \times t \times C$$

où :

NPL : nombre cumulé de Poids Lourds ;
t : est le trafic à la mise en service exprimé en nombre de poids lourds par jour et par sens de roulement ;
C : facteur de cumul du trafic pour la durée de dimensionnement.

Détermination de « t »

La valeur du trafic à la mise en service à prendre en compte est la suivante :

- si le trafic t est connu précisément, c'est cette valeur qui est utilisée pour le calcul du Nombre cumulé de Poids Lourds (NPL) ;
- si le trafic t est connu sous forme de classe de trafic journalier à la mise en service, le calcul de NPL est réalisé avec le trafic correspondant à la moyenne géométrique de la classe de trafic considérée (cf. Tableau 8).

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.
Le calcul du coefficient C dépend de l'hypothèse de croissance du trafic poids lourds. Son expression pour une période de cumul de « n » années est donnée en équation **(1)** pour une croissance arithmétique et dans l'équation**(2)** pour une croissance géométrique.

$$C = n.[1 + (n - 1).\tau/2] \quad \textbf{(1)}$$

où :

τ : taux de croissance arithmétique du trafic poids lourds en %
n : période de cumul en année.

$$C = [(1+\tau)^{n}-1].1/\tau \quad \textbf{(2)}$$

où :

τ : taux de croissance géométrique du trafic poids lourds en %
n : période de cumul en année

La détermination de C nécessite de choisir une période de service n, et un taux annuel de croissance du trafic τ.
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.

  Dans le cas le plus simple où le taux de croissance est constant sur l'ensemble de la durée de dimensionnement, la période de cumul n est alors égale à la durée de dimensionnement d. Les tableaux 10 et 11 donnent les valeurs du facteur de cumul C respectivement pour un taux de croissance arithmétique et géométrique du trafic. Dans le cas contraire, le calcul du coefficient C est réalisé en considérant autant de périodes sur lesquelles le taux de croissance est constant. Le TMJA au début de chaque période est déduit de celui de la période précédente. Les différents NPL calculés (avec les formules précédentes) sont ensuite sommés pour déterminer le NPL global.

Tabl 10. Facteur de cumul C - croissance arithmétique

Tabl 10. Facteur de cumul C - croissance arithmétique

Tabl 11. Facteur de cumul C - croissance géométrique

Tabl 11. Facteur de cumul C - croissance géométrique

Trafic cumulé d'essieux de référence

Pour le dimensionnement, le nombre de poids lourds cumulé sur la durée de dimensionnement (NPL) est converti en un Nombre Equivalent d'essieux de référence (NE) à l'aide du coefficient d'agressivité moyen du trafic CAM, suivant l'équation **(3)**

$$NE = NPL \times CAM \quad \textbf{(3)}$$

où :

NE : nombre équivalent d'essieux de référence
NPL : nombre de poids lourds calculé pour la durée de dimensionnement
CAM : coefficient d'agressivité moyen du trafic

Le trafic cumulé exprimé en Essieux de référence est basé sur le produit du nombre NPL par un coefficient d'équivalence appelé Coefficient d'Agressivité Moyen du trafic, noté CAM, dont la valeur dépend de la nature de la structure de chaussée et de la composition du trafic Poids Lourds (silhouettes des poids lourds et fréquences de passage). La méthode de calcul de ce coefficient est développée dans la norme NF P 98-082. Elle doit être utilisée notamment dans le cas des zones de trafic recevant des poids lourds dérogeant au Code de la Route français ou à la directive européenne n°96-53. Pour les autres zones et en l'absence des informations nécessaires pour mener un tel calcul, les valeurs du coefficient CAM données dans les tableaux 12 et 13 peuvent être utilisées.

NOTA : *le coefficient d'agressivité moyen CAM d'un trafic donné est l'agressivité du trafic poids lourds considéré, divisé par le nombre de poids lourds constituant ce trafic. L'agressivité d'un trafic est la somme arithmétique des agressivités de l'ensemble des véhicules d'un trafic donné. L'agressivité d'un poids lourd est égale à la somme des agressivités de ses essieux.*
L'agressivité est estimée vis à vis de l'endommagement par fatigue de la chaussée. Elle correspond au dommage provoqué

par le passage d'un essieu de charge P, par rapport au dommage dû au passage d'un essieu standard de référence de charge P0.

.

Tabl 12. Valeurs du coefficient CAM - chaussées rurales

Tabl 12. Valeurs du coefficient CAM - chaussées rurales

Tabl 13. Valeurs du coefficient CAM - chaussées urbaines

Tabl 13. Valeurs du coefficient CAM - chaussées urbaines

Évaluation de la portance de la plate-forme

Pour **dimensionner** correctement une voirie, il est indispensable d'évaluer la portance à long terme du support. 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 (voir figure 31).

Fig 31. Schéma synoptique de la détermination de la portance d'un sol

Le guide technique des Terrassements Routiers GTR définit cinq niveaux de portance du sol support désignés, dans l'ordre croissant, par AR0, AR1, AR2, AR3 et AR4. D'autre part, le Guide technique de traitement des sols à la **chaux** et /ou aux liants hydrauliques GTS définit cinq niveaux de portance de la plate-forme support désignés, dans l'ordre croissant, par PF1, PF2, PF2qs, PF3 et PF4. Le tableau 14 donne les critères de classification des sols et de la plate-forme support, soit par l'essai CBR, soit par un examen visuel, soit par l'essai à la plaque.

Tabl 14. Sols et plateformes-support en fonction de leur portance

Tabl 14. Sols et plateformes-support en fonction de leur portance

Caractéristiques des bétons routiers

Les bétons routiers doivent répondre aux sollicitations répétées du trafic et des effets climatiques.
Pour le dimensionnement, le béton routier doit présenter des caractéristiques mécaniques adéquates.

Le tableau 15 donne les caractéristiques mécaniques requises de ces matériaux, conformément aux normes NF P 98 086 et NF P 98 170. La composition des bétons doit donc être établie compte tenu des caractéristiques des matériaux disponibles et des résistances à atteindre.

Tabl 15. Classification bétons routiers

Tabl 15. Classification bétons routiers

Les classes BC1 et BC2 correspondent à des bétons destinés en général aux couches d'assises (**fondation** et base).
Les classes BC3 et BC4 correspondent à des bétons destinés aux couches d'assises mais elles peuvent être utilisées dans les couches de roulement de chaussées dont le trafic est inférieur à t3 (150 PL/j).

Les classes BC5 et BC6 correspondent à des bétons destinés en général aux couches de roulement routières.
La classe BC6 correspond à un béton destiné aux couches de roulement routières et aéroportuaires.

Dans ce guide, la détermination des épaisseurs du revêtement en béton a été effectuée avec un béton de classe BC5. Pour un béton de classe BC4, il faut ajouter 2 cm. Pour un béton de classe BC6, il faut retrancher 2 cm.

En outre, du fait de leur usage, les bétons de voiries et d'aménagements urbains peuvent être exposés à des environnements et des conditions d'exploitation agressifs. Ils doivent, par conséquent résister au gel, au salage et à l'action du sel d'origine marine. Ces bétons doivent respecter les exigences des classes d'exposition XFi, conformément au tableau NA.1 de la **norme** NF EN 206/CN.

- Pour les aménagements situés en bord de mer et soumis aux embruns, les prescriptions de la classe d'exposition XS3 doivent également être respectées.
- Les bétons de fondation n'ont généralement aucune restriction d'emploi. Ils seront donc de classe d'exposition X0.

NOTE 1 : La rigueur moyenne de l'hiver peut être évaluée a partir de la carte figurant en Figure NA.2 de la norme NF EN 206/CN, complétée par le Fascicule de Documentation FD P 18-326.

Détermination des épaisseurs des revêtements en béton

Pour déterminer les épaisseurs du revêtement en béton, il convient en premier lieu de préciser les points suivants :

- le trafic à la mise en service «1»,
- la période de service « n »,
- le taux annuel de croissance du trafic « τ »,
- la classe de portance à long terme de la plate-forme support,
- les caractéristiques mécaniques du béton.

Ensuite, deux méthodes équivalentes sont possibles :

Abaque de calcul

Il s'agit de calculer le trafic cumulé NE, exprimé en nombre d'essieux standards, comme nous l'avons exposé dans ce chapitre, et déduire ensuite l'épaisseur de la chaussée à partir de l'abaque de dimensionnement de la figure 32.

Le dimensionnement du revêtement en béton est effectué en lisant sur l'abaque (Fig. 32) l'épaisseur de la couche de roulement en béton en fonction du trafic cumulé NE, exprimé en essieux standards de 13 tonnes et de la portance de la plate-forme (PF1, PF2, PF2qs et PF3) et en fonction de la structure envisagée pour la chaussée (structure sans fondation, structure avec fondation en béton maigre, structure avec fondation en grave bitume).

Dans le cas où le trafic cumulé estimé dépasse 2,5.106 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.

Fig 32. Détermination de l'épaisseur du revêtement béton (classe 5)

Fig 32. Détermination de l'épaisseur du revêtement béton (classe 5)

L'utilisation des goujons, aux droits des joints transversaux de **retrait flexion**, permet au niveau de la couche de roulement les réductions d'épaisseur suivantes :

- Structure goujonnée sans fondation, posée sur couche drainante ou géotextile :
  - 3 cm par rapport à l'épaisseur obtenue sur la figure 32, toutes conditions égales par ailleurs.
- Structure goujonnée avec fondation en béton maigre :
  - 3 cm par rapport à l'épaisseur obtenue sur la figure 32, toutes conditions égales par ailleurs.

Fiches de structures

Les propositions de dimensionnement font ainsi l'objet d'une série de tableaux (16, 17 et 18). Chacun correspond à une période de service donnée (20, 30 et 50 ans). Chaque tableau donne le dimensionnement des structures en béton en fonction de la plate-forme support (PF1, PF2 – PF2qs et PF3) et de la classe de trafic (t7 - t6 - t5 – t4 – t3– et t3+). Le choix des paramètres d'entrée permet la lecture de l'épaisseur du revêtement en béton (à joints goujonnés ou non) et éventuellement de sa fondation (en béton maigre ou en grave bitume).

Une simple consultation de la fiche de dimensionnement permet de constater qu'il est possible de prolonger la période de service ou de se prémunir contre d'éventuelles croissances du trafic grâce à une faible surépaisseur de la voirie béton (de l'ordre de 2 cm).

Structures en béton pour une période de service de 20 ans

Les calculs ont été effectués en retenant les hypothèses suivantes : dimensionnement VFTB – hypothèses : BC5 et BC5g ; taux de croissance arithmétique du trafic poids lourds 2 % ; durée de service 20 ans ; interface BC/sol collée ; interface BC5 ou BC5g/BC3 décollée ; interface BC5g/GB3 collée ; kd = 1/1,7 pour BC5 ; kd = 1/1,47 pour BC5g/BC3 ; kd = 1/1,37 pour BC5g/GB3 ; ks = selon Portance PF de la plate-forme ; sh = 0,03 pour BC/sol ; Sh = 0,01 pour BC/fondation ; r = 25 % CAM selon trafic prévu.

Tabl 16. Dimensionnement pour une période de service de 20 ans

Tabl 16. Dimensionnement pour une période de service de 20 ans

Structures en béton pour une période de service de 30 ans

Les calculs ont été effectués en retenant les hypothèses suivantes : dimensionnement VFTB - hypothèses : BC5 et BC5g ; taux de croissance arithmétique du trafic poids lourds 2 % ; durée de service 30 ans ; interface BC/sol collée ; interface BC5 ou BC5g/BC3 décollée ; interface BC5g/GB3 collée ; kd = 1/1,7 pour BC5 ; kd = 1/1,47 pour BC5g/BC3 ; kd = 1/1,37 pour BC5g/GB3 ; ks = selon Portance PF de la plate-forme ; sh = 0,03 pour BC/sol ; Sh = 0,01 pour BC/fondation ; r = 25 % CAM selon trafic prévu.

Tabl 17. Dimensionnement pour une période de service de 30 ans

Tabl 17. Dimensionnement pour une période de service de 30 ans

Structures en béton pour une période de service de 50 ans

Les calculs ont été effectués en retenant les hypothèses suivantes : dimensionnement VFTB - hypothèses : BC5 et BC5g ; taux de croissance arithmétique du trafic poids lourds 2 % ; durée de service 50 ans ; interface BC/sol collée ; interface BC5 ou BC5g/BC3 décollée ; interface BC5g/GB3 collée ; kd = 1/1,7 pour BC5 ; kd = 1/1,47 pour BC5g/BC3 ; kd = 1/1,37 pour BC5g/GB3 ; ks = selon Portance PF de la plate-forme ; sh = 0,03 pour BC/sol ; Sh = 0,01 pour BC/fondation ; r = 25 % CAM selon trafic prévu.

Tabl 18. Dimensionnement pour une période de service de 50 ans

Tabl 18. Dimensionnement pour une période de service de 50 ans

Cet article est extrait de **T50. Voiries et aménagements urbains en béton (Tome 1) - Conception et dimensionnement**

Auteur

Cimbéton

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr