



# VRD

## VOIRIE ET RÉSEAUX DIVERS



Eau

Électricité

Assainissement



EDITIONS

**LE MONITEUR**

**BUREAU  
VERITAS**

2<sup>e</sup> édition

# Avant-propos

Les fiches qui suivent sont reprises intégralement du *Guide Veritas des techniques de la construction*, qui, depuis plus de trente ans, explique les règles de l'art et les informations réglementaires et normatives relatives aux techniques de construction.

Faisant la synthèse des normes, elles vont à l'essentiel de ce qui est important et utile pour les partenaires de la construction. Elles mettent l'accent sur les points d'achoppement et les difficultés rencontrées. Quand les textes réglementaires demeurent insuffisants ou imprécis, notamment sur les produits et procédés nouveaux, les auteurs y ont ajouté l'appréciation du Bureau Veritas Construction.

*VRD - Voirie et réseaux divers* traite de la mise en place, d'un point de vue réglementaire et technique, des réseaux secs et humides raccordés aux bâtiments. Tenant compte des dernières normes parues, cet ouvrage détaille les dispositions constructives des réseaux d'alimentation en électricité et de distribution d'eau, des réseaux publics et privés de collecte des eaux pluviales et des eaux usées, et des installations d'assainissement non collectif (ANC).

Plus précisément, et après avoir introduit des notions générales de voirie, ce guide :

- décrit chaque étape de création d'un réseau enterré d'eau, depuis les études hydraulique et environnementale du projet à la réception des ouvrages, en passant par le choix des matériaux et l'exigence de potabilité ;
- définit la démarche de conception d'un réseau d'assainissement, précise les spécificités des ouvrages principaux et annexes, et décrit les caractéristiques dimensionnelles et le comportement mécanique des matériaux soumis aux actions du sol environnant ;
- synthétise les principes généraux de l'ANC et l'essentiel des dispositions techniques de mise en œuvre, d'entretien et d'exploitation des différentes filières visées par la norme NF DTU 64.1 et la réglementation ;
- détermine les règles de construction des postes de livraison d'énergie et des locaux de service, définit les conditions de mise en œuvre des canalisations enterrées et aériennes, et fournit, en complément des règles générales, des prescriptions et recommandations concernant les chaufferies non classées, la pénétration des réseaux dans le bâtiment, et les installations de protection contre la foudre.

De nouvelles fiches sur le dimensionnement (fiche 1.1) et le marquage au sol (fiche 1.3) des chaussées, les travaux de voirie en présence d'amiante (fiche 1.5), le dimensionnement des bassins d'orage (fiche 4.5), le choix des matériels (fiche 5.8) et les systèmes de conduits encastrés (fiche 5.9) pour l'alimentation électrique viennent compléter la mise à jour de l'ouvrage.

En France, le réseau routier s'étend sur environ 1 100 000 km. Ce réseau supporte un trafic très variable.

De façon générale, on comprend que la conception puis le dimensionnement de la structure d'une chaussée pour desservir un quartier résidentiel ne soulèvera pas les mêmes problématiques que lorsqu'il s'agit de la desserte d'une zone industrielle ou d'un axe permettant de relier deux agglomérations.

Cependant, et dans tous les cas, **la qualité ainsi que la durabilité de la structure de la chaussée reposent sur une bonne connaissance et sur une bonne prise en compte des contextes géologique, géotechnique et climatique.**

L'objet de cette fiche consiste à présenter la nomenclature employée dans le domaine des chaussées, les différents types de structures de chaussées ainsi qu'une méthode pour estimer le trafic cumulé.

Ce dernier point est primordial, et nécessite le même niveau d'exigence que la connaissance et la prise en compte des contextes géologique, géotechnique et climatique ; car les dégradations de chaussées les plus couramment observées trouvent leur origine au sein de la structure qui se révèle généralement sous-dimensionnée.

## REMARQUES

L'État fait la distinction entre :

- le réseau routier structurant : les voies de réseau structurant ou VRS pour lesquelles la durée de dimensionnement est de 30 ans ;
- le réseau routier non structurant : les voies de réseau non structurant ou VRNS pour lesquelles la durée de dimensionnement est de 20 ans.

Les collectivités territoriales et les maîtres d'ouvrages privés adoptent, quant à eux, des stratégies d'investissement et d'entretien plus éparées en retenant des durées de dimensionnement variant entre 10 et 30 ans.

## 1 Nomenclature

La désignation des couches composant la structure de chaussée est invariable.

On trouve successivement, de bas en haut et à partir du sol support que représente la partie supérieure des terrassements (PST) :

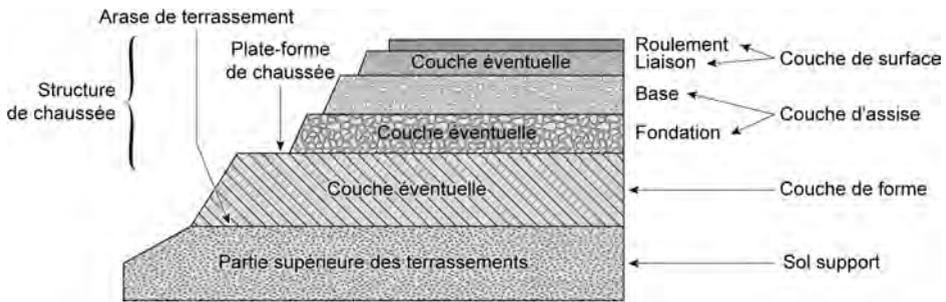
- la couche de forme ;
- la couche d'assise ;
- la couche de surface.

**Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic**

Selon les cas de figures :

- la couche de forme n'est pas nécessaire ;
- la couche d'assise se subdivise en deux :
  - la partie inférieure s'appelle la couche de fondation ;
  - la partie supérieure s'appelle la couche de base ;
- la couche de surface se subdivise en deux :
  - la partie inférieure s'appelle la couche de liaison ;
  - la partie supérieure s'appelle la couche de roulement ;

La figure 1 présente les différentes couches qui constituent la structure de chaussée.



**Fig. 1. Les différentes couches d'une structure de chaussée (source : NF P 98-086)**

Chaque couche est constituée par un matériau unique et une mise en œuvre particulière afin de répondre à un rôle fonctionnel donné.

Les performances mécaniques des matériaux constituant les différentes couches d'une chaussée sont en général croissantes de bas en haut.

En cas d'épaisseur importante, une couche peut être réalisée en plusieurs fois. L'objectif étant de s'assurer que la densité des matériaux après compactage soit suffisamment élevée et homogène au sein de la couche.

**2 Types de structures de chaussées**

**Selon la nature et l'épaisseur des différentes couches**

**NF P 98-086**

Il existe six types de structures de chaussées, elles se distinguent par leur nature et l'épaisseur de leurs différentes couches. Ainsi, les chaussées à structure :

- souple sont composées d'une couche de surface en béton bitumineux (BB) dont l'épaisseur n'excède pas 12 cm et d'une couche d'assise réalisée avec des matériaux granulaires non traités (GNT) dont l'épaisseur minimale est de 15 cm ;
- bitumineuse sont composées d'une couche de surface et d'une couche de base en BB, et d'une couche de fondation en BB ou en GNT ;

---

## Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic

---

- semi-rigide ou à assise traitée aux liants hydrauliques (LH) sont composées d'une couche de surface en BB et d'une couche d'assise réalisée avec des matériaux granulaires traités aux LH ;
- mixte sont composées d'une couche de surface et d'une couche de base en BB, et d'une couche de fondation réalisée avec des matériaux granulaires traités aux LH ;
- inverse sont composées d'une couche de surface en BB, d'une couche de base en GNT dont l'épaisseur est comprise entre 10 et 12 cm, et d'une couche de fondation réalisée avec des matériaux granulaires traités aux LH ;
- en béton de ciment ou rigide sont composées d'une couche de surface en béton de ciment (BC) dont l'épaisseur est supérieure à 12 cm.

### IMPORTANT

Le choix parmi ces six types de structures de chaussées peut être différent entre les phases de projet et d'exécution. Néanmoins, il est impératif que ce choix conceptuel qui guide, in fine, le dimensionnement de la structure de la chaussée prenne bien en compte les contextes géologique, géotechnique et climatique ainsi que le trafic cumulé.

### Selon la destination

Selon sa destination, il existe quatre types de structures de chaussées, dont les appellations définies ci-après ne sont pas normalisées mais seulement d'usage courant :

- **les chaussées lourdes** sont destinées à supporter la circulation de tous les véhicules conformes au Code de la route. Il s'agit en particulier des poids lourds (PL) pour lesquels le poids total autorisé en charge (PTAC) est limité à 44 t (art. R. 312-4 du Code de la route). De plus, la charge par essieu est limitée à 13 t (art. R. 312-5 du Code de la route) ;
- **les chaussées légères** sont exclusivement destinées aux véhicules légers (VL) pour lesquels le PTAC est limité à 3,5 t (art. R. 311-1 du Code de la route). L'installation de portiques aux abords des zones commerciales est courante afin de limiter le gabarit des véhicules et empêcher l'accès aux PL ;
- **les chaussées piétonnes** sont réservées aux piétons. L'accès des véhicules y est interdit ou exceptionnel grâce à l'implantation de bornes fixes ou escamotables.

### IMPORTANT

Il ne faut pas inclure dans cette catégorie les voies piétonnes de centre-ville, où la circulation est limitée à 30 km/h et où les liaisons par poids lourds ne sont pas interdites, mais seulement réglementées. D'un point de vue technique, il s'agit de chaussées lourdes.

- **les chaussées pompiers** prévues par le Code de l'urbanisme (art. R. 111-5) sont de deux types, voies engins et voies échelles. Selon le type de bâtiments, la réglementation pour la lutte contre l'incendie est précisée par les arrêtés suivants :
  - art. 4 de l'arrêté du 31 janvier 1986 pour les habitations ;
  - art. CO 2 de l'arrêté du 25 juin 1980 pour les établissements recevant du public (ERP) ;
  - art. 3 de l'arrêté du 5 août 1992 pour les bureaux et locaux relevant du Code du travail ;
  - art. GH 6 de l'arrêté du 10 mai 2019 pour les immeubles de grande hauteur (IGH).

Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic

Les exemples de la figure 2 et de la figure 3 font apparaître les différentes couches de structures, ainsi que les ouvrages annexes habituellement rencontrés en milieu urbain et en milieu rural.

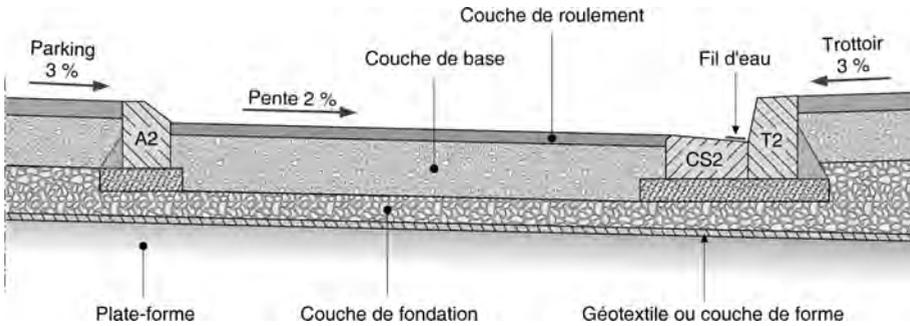


Fig. 2. Exemple de chaussée urbaine

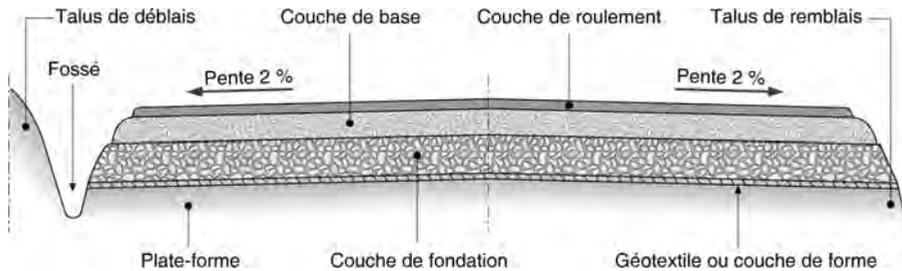


Fig. 3. Exemple de chaussée rurale

**3** Trafic cumulé

Les paramètres permettant d'estimer le trafic cumulé, donnée essentielle pour le dimensionnement de la structure de chaussée, figurent dans la norme NF P 98-086. Il s'agit du trafic poids lourds à la date de mise en service de la chaussée, de son taux de croissance et de la durée de dimensionnement.

**Définition de la classe de trafic poids lourds (PL)**

Le trafic initial est estimé sous la forme d'un trafic moyen journalier annuel dimensionnant (TMJA<sub>d</sub>) de poids lourds (PL) ; ce qui permet de définir la classe de trafic (tableau 1).

**Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic**

Le principe consiste à compter le nombre de véhicules par sens de circulation, en isolant les PL des VL ; et à tenir compte de la configuration de la chaussée.

**Tab. 1. Classes de trafic (source : NF P 98-086)**

TMJA <sub>d</sub> (PL)	Moyenne géométrique	Classe de trafic
1 à 25	5	T5
25 à 50	35	T4
50 à 85	65	T3-
85 à 150	115	T3+
150 à 200	175	T2-
200 à 300	245	T2+
300 à 500	390	T1-
500 à 750	615	T1+
750 à 1 200	950	T0-
1 200 à 2 000	1 550	T0+
2 000 à 3 000	2 450	TS-
3 000 à 5 000	3 875	TS+
> 5 000	5 920	TEX

**REMARQUES**

L'impact des VL sur la dégradation de la structure de chaussée est négligeable. Pour définir la classe de trafic, il est cependant loisible de considérer que l'effet de 1 000 VL sur la chaussée est équivalent au passage d'un PL.

Pour un trafic donné, une chaussée bi-directionnelle de largeur supérieure à 6 m sera nettement moins sollicitée qu'une chaussée bi-directionnelle de largeur inférieure à 5 m. Il est ainsi possible de ne pas cumuler totalement le trafic de chaque sens de circulation.

**Nombre cumulé de PL**

En liminaire, il est nécessaire de rappeler qu'il revient au maître d'ouvrage de préciser dès la phase projet le taux de croissance du trafic PL et la durée de dimensionnement à prendre en compte.

C'est à partir de ces données, disponibles dans le dossier de consultation des entreprises (DCE), que le nombre cumulé de poids lourds  $N_{PL}$  est calculé à partir de la relation suivante :

$$N_{PL} = 365 \times TMJA_d \times C$$

avec C le facteur de cumul du trafic PL pour la durée de dimensionnement (en années).

**Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic**

Pour une hypothèse de croissance arithmétique du trafic PL, le facteur de cumul est calculé à partir de la relation suivante :

$$C = n \times [1 + (n - 1) \times \tau / 2]$$

avec :

n la durée de dimensionnement exprimée (en années) ;

τ le taux de croissance annuel du trafic PL (en %).

**Nombre équivalent d'essieux de référence**

Pour le dimensionnement de la structure de chaussée,  $N_{PL}$  est converti en un nombre équivalent d'essieux de référence ( $N_E$ ). Cette conversion est assurée à partir de la relation suivante :

$$N_E = N_{PL} \times CAM$$

avec CAM le coefficient d'agressivité moyen du trafic qui prend en compte, d'une part, la nature des matériaux constituant la structure de chaussée et la courbure en plan de la chaussée et, d'autre part, le type de véhicules et les effets particuliers dus à l'accélération et surtout au freinage de ces véhicules.

Les valeurs du CAM sont présentées en annexe B de la norme NF P 98-086 et sont synthétisées dans le tableau 2.

**Tab. 2. Valeurs du CAM (source : NF P 98-086)**

CAM	Chaussées de transit <sup>(1)</sup>	Chaussées à caractère de desserte <sup>(2)</sup> et chaussées urbaines à trafic PL							Chaussées urbaines <sup>(3)</sup>	
		T0	T1	T2	T3+	T3-	T4	T5	Zones résidentielles	Avenues, boulevards urbains
Matériaux bitumineux	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1
Matériaux traités aux liants hydrauliques et bétons de ciment	1,3	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,1	0,2
Plate-forme, GNT	1,0	1,0	1,0	1,0	0,75	0,6	0,5	0,4	0,1	0,2
Sols traités	–	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4	–	–

(1) Les chaussées de transit regroupent essentiellement les autoroutes et les 2 × 2 voies qui supportent un trafic poids lourd important sur de longues et/ou moyennes distances.

(2) Les chaussées à caractère de desserte correspondent au réseau routier de proximité (hors villes) avec un trafic poids lourd très variable.

(3) Les chaussées urbaines correspondent au réseau routier de proximité en ville avec un trafic poids lourd très variable.

## Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic

### REMARQUES

Les épaisseurs des couches d'assises (fondation, base) des giratoires font l'objet d'une majoration forfaitaire de l'ordre de 10 à 15 % selon leur nature.

Du fait de l'agressivité de l'impact des poids lourds, les zones de retournement des plates-formes logistiques sont à considérer comme des giratoires.

### Application numérique

Considérons le cas d'une chaussée de largeur 5,5 m assurant la desserte d'une zone commerciale.

Le trafic moyen journalier annuel est de 500 PL et de 7 000 VL par jour et par sens de circulation au moment de la mise en service de la chaussée.

Le maître d'ouvrage anticipe une croissance de 2 % du trafic et souhaite que la structure de la chaussée en matériaux bitumineux soit dimensionnée pour 30 ans avec un risque de calcul de 2 %.

Nous en déduisons de façon successive les éléments suivants :

- $TMJA_d = 0,75 \times (500 \times 2 + 7\,000 \times 2 / 1\,000) \approx 761$
- Classe de trafic : T0-
- $\tau = 2 \%$
- $n = 30$  ans
- $C = 30 \times [1 + (30 - 1) \times 0,02 / 2] = 38,7$  années
- $N_{PL} = 365 \times 761 \times 38,7 \approx 10\,750\,000$  passages de PL pendant la durée de vie de la chaussée
- $CAM = 0,5$
- $N_E = 10\,750\,000 \times 0,5 = 5\,375\,000$  passages d'essieux de référence
- $r = 2 \%$

## 4 Références

### Réglementation

Code de la route, art. R. 311-1, R. 312-4 et R. 312-5.

Code de l'urbanisme, art. R. 111-5.

Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP), JO du 14 août 1980, version consolidée au 15 juillet 2019 : article CO 2.

Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, JO du 5 mars 1986, version consolidée au 15 juillet 2019 : article 4.

Arrêté du 5 août 1992 [NOR : TEFT9205115A] pris pour l'application des articles R. 235-4-8 et R. 235-4-15 du Code du travail et fixant des dispositions pour la prévention des incendies et le désenfumage de certains lieux de travail, JO du 12 août 1992, version consolidée au 15 juillet 2019 : article 3.

---

**Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic**

---

Arrêté du 10 mai 2019 [NOR : INTE1824304A] modifiant l'arrêté du 30 décembre 2011 portant règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique, *JO* du 17 mai 2019, version consolidée au 15 juillet 2019 : article GH 6.

**Norme**

NF P 98-086 (mai 2019 – indice de classement : P 98-086) : Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves.

Le Fascicule 70 est un des maillons du cahier des clauses techniques générales (CCTG), applicable aux marchés publics de travaux. Le Titre I du Fascicule 70 vise les *Réseaux*, et le Titre II traite des *Ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales*.

La présente fiche concerne le dimensionnement mécanique des tuyaux (et non le dimensionnement hydraulique).

Les ouvrages visés sont les suivants :

- les ouvrages mis en œuvre de façon traditionnelle dans des tranchées ou sous remblai sur un lit de pose continu ;
- les ouvrages enterrés sous la chaussée sous des hauteurs de couverture supérieures à 0,80 m ;
- les ouvrages faisant partie du réseau à écoulement gravitaire, dont la pression hydraulique intérieure ne dépasse pas 4 m de colonne d'eau, conformément à la norme NF EN 476.

### **REMARQUE**

Sauf précision des documents particuliers du marché, la température des effluents transportés est celle fixée par le tableau 7 du chapitre 6.5 de la norme NF EN 476.

À l'extérieur des bâtiments, la température constante d'évacuation d'eau diffère selon le diamètre nominal : 45 °C pour  $DN \leq 200$  mm, et 35 °C pour  $DN > 200$  mm.

Le chapitre IV du Titre I du Fascicule 70 prescrit les actions à prendre en compte. Il s'applique aux ouvrages circulaires enterrés pour lesquels sont définies, outre les actions à prendre en compte, les sollicitations de calcul et les justifications d'état limite correspondantes.

Les tuyaux enterrés reçoivent les actions et les réactions transmises par le sol environnant. Celles-ci dépendent étroitement de la nature et du comportement de la canalisation, des paramètres géotechniques du sol et des remblais, ainsi que des conditions de mise en œuvre des remblais.

## **1 Paramètres relatifs à la canalisation**

Les paramètres relatifs à la canalisation sont essentiellement :

- la nature des matériaux constitutifs ;
- le diamètre extérieur ( $D_e$ ) ;
- l'épaisseur ( $e$ ) de la paroi définie par la norme ou l'avis technique ;
- les modules d'élasticité instantanée ( $E_{Ti}$ ) et différée ( $E_{Tv}$ ) et le coefficient de Poisson ( $\nu_T$ ) des matériaux constitutifs ;
- les rigidités annulaires spécifiques instantanées ( $ras_i$ ) et différées ( $ras_v$ ), par unité de longueur ;
- la déformation avant application des charges ( $e_0$ ).

Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Pour les paramètres ( $E_{Ti}$ ) et ( $\nu_T$ ), les valeurs indiquées par les fabricants figurent dans le tableau 1.

Tab. 1. Valeurs des paramètres pour les matériaux courants

Matériaux	$E_{Ti}$ (MPa)	$E_{Tv}/E_{Ti}$	$\nu_T$	$e_0$ (mm)
Béton	40 000	0,35	0,20	1
Fonte	170 000	1	0,25	1,2 + (DN/2 000)
PVC	3 000	0,50	0,35	$6 \times 10^{-3}$ DN
Grès	50 000	1	0,22	$5 \times 10^{-4}$ DN
<i>DN : Diamètre nominal du tuyau</i>				

**2 Paramètres liés au sol et à la mise en œuvre**

FASCICULE 70, CHAPITRE IV DU TITRE I

**Données géotechniques concernant le projet**

Il s'agit principalement :

- des types de sols rencontrés, classés en six groupes ;
- de la présence éventuelle d'une nappe phréatique et la connaissance, notamment, de ses variations.

Si cela s'avère nécessaire, et à défaut d'une mise à disposition des éléments de l'étude géotechnique préalable, l'entrepreneur réalise et soumet au maître d'œuvre une étude géotechnique effectuée suivant les recommandations de l'annexe 1 du Titre I du Fascicule 70.

L'examen des données géotechniques peut, dans certains cas, amener l'entrepreneur à intervenir sur :

- la définition du projet (optimisation des tracés et profils, etc.) et la prise en compte de l'environnement géotechnique (voir Annexe 1 du Fascicule 70) ;
- la mise en œuvre des canalisations (talutage de tranchée, blindage, rabattement, etc.) ;
- le choix des matériaux d'enrobage des canalisations et de remblai (réemploi des matériaux extraits, sensibilité à l'eau, etc.).

**Paramètres utilisés dans la méthode de calcul**

Par convention, on considère (fig. 1) :

- la zone du remblai proprement dit (1), composée des parties inférieure et supérieure du remblai ;
- la zone d'enrobage (2) constituée par :
  - le lit de pose,

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

- l'assise,
- le remblai latéral,
- le remblai initial ;
- le sol en place (3).

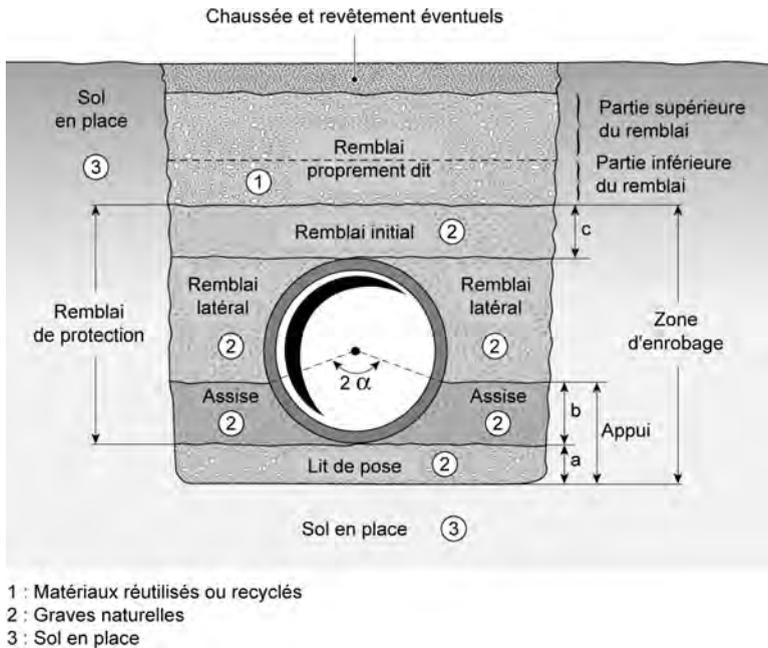


Fig. 1. Définition des trois zones conventionnelles

Ces trois zones sont caractérisées par un certain nombre de paramètres physiques ou mécaniques du sol :

- le poids volumique ( $\gamma$ ) : sauf indications contraires, il est pris égal à  $18 \text{ kN/m}^3$  ;
- le module du sol ( $E_c$ ), exprimé en MPa : sa valeur dépend des modalités de mise en œuvre ;
- le coefficient de Poisson ( $\nu_s$ ) de l'enrobage pris égal à 0,3 ;
- le coefficient de cisaillement ( $k_1$ ), à l'interface remblai / sol en place ou dans le remblai dans le cas où l'interface est indéfinie ;
- le coefficient de pression horizontale des terres ( $k_2$ ), à l'interface tuyau/enrobage ;
- l'angle d'appui conventionnel ( $2\alpha$ ).

#### Caractéristiques et classement des matériaux d'enrobage et de remblai

Le tableau 2 précise les matériaux utilisables pour la réalisation de l'enrobage selon le Fascicule 70, § II.2.4.

Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Tab. 2. Classement des sols

Groupe de sol	Description <sup>(1)</sup>	Matériaux selon NF P 11-300 En état h, m ou s <sup>(2)</sup>	Utilisation en enrobage
G1	Sables et graves propres, concassés ( $D_{max} < 50$ mm), sables ou graves peu silteuses	D1 ; D2 ; D3 ; DC1 ; DC2 ; DC3 <sup>(3)</sup> B1-B3 C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	Matériaux utilisables <sup>(4)</sup>
G2	Sables et graves peu argileux	B2-B4 C1B2 ; C2B2 ; C1B4 ; C1B4	
G3	Sables et graves très silteux, limons peu plastiques, sables fins pollués ( $I_p < 12$ )	A1 ; B5 C1A1 ; C2A1 ; C1B5	
G4	Sables et graves argileux à très argileux, sables fins argileux, limons argileux et marnes peu plastiques ( $I_p < 25$ )	A2 ; B6 C1A2 ; C2A2  C1B6 ; C2B6	
G5	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques ( $I_p > 25$ )	A3 ; C1A3 ; C2A3 A4 ; C1A4 ; C2A4	Matériaux inutilisables

(1)  $I_p$  : indice de plasticité.

(2) h : état « humide » ; m : état « moyen » ; s : état « sec » au sens de la norme NF P 11-300.

(3) Matériaux d'apport élaborés au sens du guide technique Setra, Remblayage des tranchées.

(4) Les différences d'aptitude de ces divers matériaux sont prises en compte dans la méthode de calcul.

Le module du sol  $E_c$  pourra prendre les valeurs conventionnelles données dans le tableau 3.

Tab. 3. Valeurs de  $E_c$  (MPa) en fonction du groupe de sol et de la qualité du compactage

Groupe de sol	Niveau de mise en œuvre		Objectifs de densification recommandés	
	Non contrôlé	Compacté contrôlé non validé	Compacté contrôlé et validé $q_5$	Compacté contrôlé et validé $q_4$
			Valeur moyenne minimale : 90 % de l'OPN	Valeur moyenne minimale : 95 % de l'OPN
G1	0,7	2	5	10
G2	0,6	1,2	3	7
G3	0,5	1	2,5	4,5
G4	< 0,3	0,6	1,5	3
G5	–	–	–	2

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Les objectifs de densification indiqués,  $q_4$  et  $q_5$ , sont extraits de la norme NF P 98-331 visant le remblayage des tranchées (voir tableau 7).

### REMARQUE

Il est possible de prendre d'autres valeurs, sous réserve d'un accord préalable entre l'entreprise et le maître d'œuvre, et d'une justification de ces valeurs. À défaut d'informations spécifiques sur la nature des sols, les valeurs à considérer sont celles figurant dans le tableau 3.

Pour  $k_2$  et  $2\alpha$ , il convient de prendre les valeurs pour lesquelles le choix du degré de compactage ne s'applique que sur l'ensemble de la zone 2 (tab. 4).

**Tab. 4. Valeurs de  $k_2$  et  $2\alpha$  suivant le groupe de sol et la qualité du compactage de la zone 2**

Groupe de sol	Niveau de mise en œuvre				Objectifs de densification recommandés			
	Non contrôlé		Compacté contrôlé non validé		Compacté contrôlé et validé $q_5$		Compacté contrôlé et validé $q_4$	
					Valeur moyenne minimale : 90 % de l'OPN		Valeur moyenne minimale : 95 % de l'OPN	
	k2	2 $\alpha$	k2	2 $\alpha$	k2	2 $\alpha$	k2	2 $\alpha$
<b>G1</b>	0,15	60	0,35	90	0,50	110	0,60	120
<b>G2</b>	0,15	60	0,35	90	0,50	110	0,60	120
<b>G3</b>	0	60	0,15	90	0,35	110	0,50	120
<b>G4</b>	0	60	0	60	0,15	110	0,25	120
<b>G5</b>	Matériaux inutilisables en enrobage							

### Influence de la nappe phréatique sur les paramètres de sol

Dans le cas où la zone de pose (enrobage, remblai proprement dit et sol en place) est soumise à l'influence de la nappe phréatique, certains sols sont inutilisables, ou les valeurs de leur module sont minorées en fonction du groupe de sol et du niveau de mise en place de l'enrobage.

Les valeurs des modules de sol sont modifiées :

$$E_c \text{ devient } E'_c = C_E E_c$$

avec  $C_E \leq 1$ .

Le coefficient  $C_E$  est donné, en fonction du groupe de sol, dans le tableau 5.

Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Tab. 5. Coefficient minorateur  $C_E$  en présence d'une nappe phréatique dans la zone d'enrobage

Groupe de sol	Non contrôlé	Compacté contrôlé non validé	Compacté contrôlé et validé $q_5$	Compacté contrôlé et validé $q_4$
G1 – G2	1,00	1,00	1,00	1,00
G3	Interdit en enrobage en présence de nappe		0,75	1,00
G4			0,5	0,75
G5	Matériaux inutilisables			

Si le niveau de la nappe phréatique est connu de façon certaine, on peut déjauger les terres situées sous la nappe, en prenant  $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$ .

**Influence des conditions de retrait de blindage en fonction de la largeur de tranchée**

Trois types de retrait de blindage sont définis :

- le coffrage ou les panneaux sont retirés par couche de remblai avant leur compactage ;
- le coffrage ou les panneaux sont retirés par couche de remblai après leur compactage ;
- le coffrage, les panneaux ou les palplanches sont retirés après remblaiement complet de la tranchée.

**Influence sur le module de sol ( $E'_c$ ), sur l'angle d'appui conventionnel ( $2\alpha$ ) et sur le coefficient de poussée ( $k_2$ )**

Dans le cas d'une pose en tranchée avec un dispositif de blindage, les valeurs des modules de sol  $E'_c$ , de l'angle d'appui conventionnel  $2\alpha$  et du coefficient de poussée  $k_2$  sont respectivement modifiées comme suit :

- $E'_c$  devient  $E''_c = C'_E \cdot E'_c$  avec  $C'_E \leq 1$  ;
- $2\alpha$  devient  $C'_{2\alpha} \cdot 2\alpha$  avec  $C'_{2\alpha} \leq 1$  ;
- $k_2$  devient  $C'_{k_2} \cdot k_2$  avec  $C'_{k_2} \leq 1$ .

Les valeurs des coefficients  $C'_E$ ,  $C'_{2\alpha}$ ,  $C'_{k_2}$  dépendent de la manière dont s'effectue le retrait du blindage et de l'épaisseur relative de celui-ci en fonction de l'espace disponible entre la canalisation et le blindage. Elles sont données par le tableau 6, dans lequel trois types de retrait du blindage sont considérés. Dans ce tableau, les valeurs indiquées sont les mêmes pour ces trois coefficients, avec :

- B : largeur de la tranchée hors tout, exprimée en m ;
- De : diamètre extérieur de la conduite, exprimé en m ;
- b : épaisseur utile du blindage (sans information précise, on retiendra  $b = 0,10 \text{ m}$ ), exprimée en m.

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

**Tab. 6. Coefficients minorateurs  $C'_E$ ,  $C'_{2\alpha}$  et  $C'_{k2}$  dans le cas de l'utilisation d'un blindage**

Type de blindage		$(B - De)/b \leq 6$	$(B - De)/b < 26$	$(B - De)/b \geq 26$
Cas 1	Coffrage ou panneaux retirés par couche de remblai avant leur compactage	1	1	1
Cas 2	Coffrage ou panneaux retirés par couche de remblai après leur compactage	0,6	$2(B - De) / 100b + 0,48$	1
Cas 3	Coffrage, panneaux ou palplanches retirés après remblaiement complet de la tranchée	0,2	$4(B - De) / 100b - 0,04$	1

#### Influence sur le coefficient de cisaillement $k_1$

Seul le coefficient de cisaillement  $k_1$ , à l'interface remblai / sol en place, dépend du type de retrait de blindage. Dans ce cas, le coefficient de cisaillement  $k_1$  devient  $C'_{k1} \cdot k_1$ .

Le coefficient  $C'_{k1} \leq 1$  dépend de la manière dont s'effectue le retrait de blindage, ainsi que le montre le tableau 7. Il ne dépend pas de la largeur de tranchée.

**Tab. 7. Coefficient minorateur  $C'_{k1}$  dans le cas de l'utilisation d'un blindage**

Mode de retrait du blindage	$C'_{k1}$
Coffrage ou panneaux retirés par couche de remblai avant leur compactage	1
Coffrage ou panneaux retirés par couche de remblai après leur compactage	0,6
Coffrage, panneaux ou palplanches retirés après remblaiement complet de la tranchée	0,2

#### Détermination du module de sol de calcul $E_S$

Le module de sol de calcul  $E_S$  en MPa est déterminé comme suit :

- si le rapport de la largeur de tranchée de tranchée  $B$  au diamètre extérieur  $De$  est  $\geq 4$ , le sol en place (3) ne vient pas perturber l'enrobage (2) ; on retient  $E_S = E''_C$  ;

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

• dans les autres cas :

– si  $E''_C$  de la zone 2 est supérieur au module de la zone 3 et en l'absence de géosynthétique, on retient :

$$E_s = E_{c3} + \left( \frac{B}{De} - 1 \right) \left( \frac{E''c_2 - E_{c3}}{3} \right)$$

– en présence d'un géosynthétique de renforcement et si la largeur de tranchée respecte les conditions du § 5, on retient  $E_s = E''C_2$  ;

– enfin, si le module  $E''_C$  de la zone 2 est inférieur au module  $E_C$  de la zone 3, c'est le module de la zone 2 qui est retenu quelle que soit la largeur de la tranchée.

### Critère de rigidité

Pour quantifier le comportement du tuyau dans son environnement, il convient de déterminer le critère de rigidité RIG :

$$RIG = 8(1 - \nu_s^2) \frac{ras_i}{E_s} - 0,1$$

Avec  $ras_i$  pour le calcul à court terme et  $ras_v$  pour le calcul à long terme ; la valeur de  $E_s$  qui tient compte des minorations éventuelles précédentes.

Si  $RIG > 0$ , la canalisation est considérée comme rigide.

Si  $RIG \leq 0$ , la canalisation est considérée comme flexible.

Ce paramètre caractérise les différents comportements possibles du tuyau dans son environnement.

Il exprime la différence de déformation sous l'effet de la charge de remblai entre la canalisation et le sol environnant sous le plan horizontal passant par la génératrice supérieure de la canalisation.

### 3 Détermination des actions

Les actions à considérer sont :

- la pression verticale des terres ( $pr$ ) due aux remblais ;
- la pression verticale due aux charges d'exploitation : roulantes routières ( $per$ ), permanentes ( $pep$ ) ou de chantier ( $pec$ ) ;
- la pression horizontale ( $ph$ ) exercée par les remblais et les charges d'exploitation ;
- la pression hydrostatique extérieure ( $pwe$ ) due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- le poids propre du tuyau ;
- le poids propre de l'eau véhiculée.

Dans les calculs qui suivent, on ne considère pas les actions spécifiques résultant soit des discontinuités longitudinales de l'assise (conditions d'appui aléatoires), soit de conditions de remblaiement impropres qui se traduisent par des flexions longitudinales dans les canalisations. La sensibilité des canalisations à ce phénomène étant fonction de leur longueur, on peut être conduit, selon les cas, à en tenir compte.

---

**Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux**


---

**Pression verticale du remblai ( $p_r$ )**

La pression verticale du remblai ( $p_r$ ) est uniformément répartie sur le diamètre extérieur de la canalisation.

Dans le cas d'une pose sur lit de pose et assise, conformes au chapitre V du Fascicule 70, la réaction d'appui est verticale et uniformément répartie suivant l'arc d'appui ( $2\alpha$ ).

La pression verticale du remblai est égale à la pression due au prisme de terre situé au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau jusqu'au terrain naturel, corrigée par un coefficient de concentration ( $C$ ).

Dans ces conditions :

$$p_r = C \cdot \gamma \cdot H$$

avec :

$\gamma$  le poids volumique du remblai, exprimé en  $\text{kg/m}^3$  ;

$H$  la hauteur de couverture, exprimée en mètre.

Le coefficient de concentration ( $C$ ) résulte d'un calcul et dépend notamment :

- du comportement du tuyau dans son environnement, déterminé par le critère de rigidité (RIG). Ainsi, pour une canalisation à comportement rigide, on a toujours  $C \geq 1,0$ , et pour une canalisation à comportement flexible  $C = 1$  ;
- des conditions de mise en œuvre (type de pose, qualité du compactage, modalités de blindage) ;
- de la qualité des matériaux de remblai et d'enrobage, définie en particulier par les coefficients  $k_1$  et  $k_2$  : le coefficient  $k_1$  est pris égal à 0,15, quel que soit le sol ; les valeurs de  $k_2$  sont indiquées dans le tableau 4 ;
- de la hauteur de remblai ( $H$ ) ;
- de la présence ou non d'une nappe phréatique.

**REMARQUE**

Dans le cas où il existerait une nappe phréatique dont les niveaux soient connus, on peut utiliser, pour les terres situées sous le niveau de la nappe, le poids volumique déjaugé des terres, soit  $10 \text{ kN/m}^3$ .

**Pression verticale des charges d'exploitation ( $p_e$ )**

Trois types d'actions sont concernés : les actions  $p_{er}$ ,  $p_{ep}$ ,  $p_{ec}$ .

**Actions dues aux charges roulantes routières ( $p_{er}$ )**

S'exerçant au niveau de la génératrice supérieure de la canalisation et résultant de l'effet des charges roulantes routières, elles correspondent au système de charge le plus défavorable généré par le convoi type Bc et affecté de coefficients de majoration dynamique.

La valeur de cette pression est donnée dans le tableau 8, établi pour des épaisseurs de paroi telles que  $D_{\text{extérieur}} = 1,2 D_{\text{intérieur}}$ .

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Tab. 8. Pression (per) due aux charges roulantes (coefficients dynamiques inclus)

Hauteur (m)	Diamètre nominal (m)												
	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
	Pression (per) due aux charges roulantes (kN/m <sup>2</sup> )												
0,80	72,58	72,29	71,93	71,49	70,42	69,11	67,62	65,98	64,22	62,37	60,47	58,54	56,61
1,00	57,55	57,39	57,19	56,94	56,33	55,57	54,67	53,66	52,57	51,39	50,17	48,90	47,61
1,20	47,30	47,20	47,08	46,93	46,54	46,07	45,51	44,87	44,16	43,40	42,58	41,74	40,87
1,40	40,03	39,98	39,89	39,79	39,54	39,24	38,86	38,45	37,98	37,46	36,92	36,34	35,75
1,60	34,68	34,63	34,58	34,51	34,35	34,14	33,90	33,61	33,29	32,94	32,56	32,16	31,74
1,80	30,58	30,55	30,51	30,47	30,35	30,22	30,04	29,84	29,62	29,37	29,10	28,82	28,52
2,00	27,34	27,32	27,30	27,26	27,18	27,08	26,96	26,82	26,66	26,48	26,29	26,08	25,86
2,20	24,71	24,69	24,67	24,65	24,59	24,52	24,42	24,32	24,20	24,07	23,93	23,78	23,62
2,40	22,51	22,50	22,48	22,46	22,42	22,37	22,30	22,22	22,13	22,03	21,92	21,81	21,68
2,60	20,63	20,63	20,62	20,61	20,57	20,53	20,48	20,42	20,34	20,27	20,18	20,10	20,00
2,80	19,02	19,01	19,01	18,99	18,97	18,94	18,90	18,85	18,79	18,74	18,66	18,59	18,51
3,00	17,61	17,59	17,59	17,58	17,57	17,54	17,50	17,46	17,42	17,37	17,32	17,26	17,19
3,50	14,72	14,71	14,70	14,70	14,69	14,67	14,65	14,63	14,60	14,57	14,54	14,50	14,46
4,00	12,50	12,50	12,49	12,49	12,48	12,46	12,46	12,44	12,42	12,39	12,38	12,34	12,32
4,50	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,72	10,71	10,70	10,68	10,67	10,66	10,63	10,61
5,00	9,32	9,34	9,33	9,32	9,32	9,30	9,30	9,30	9,28	9,27	9,26	9,24	9,23
5,50	8,15	8,18	8,16	8,17	8,16	8,16	8,14	8,14	8,13	8,12	8,12	8,10	8,09
6,00	7,20	7,20	7,19	7,20	7,19	7,18	7,19	7,18	7,18	7,17	7,17	7,15	7,14

Hauteur (m)	Diamètre nominal (m)											
	1300	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2500	2800	3000	3200	3500
	Pression (per) due aux charges roulantes (kN/m <sup>2</sup> )											
0,80	54,68	52,78	50,94	49,14	45,78	42,79	40,21	37,13	34,99	34,06	33,44	32,92
1,00	46,31	45,02	43,74	42,49	40,12	37,96	36,06	33,71	32,00	31,17	30,55	29,90
1,20	39,99	39,10	38,22	37,34	35,66	34,09	32,67	30,88	29,48	28,76	28,17	27,46
1,40	35,14	34,52	33,90	33,28	32,06	30,92	29,86	28,46	27,31	26,68	26,14	25,44
1,60	31,31	30,88	30,43	29,98	29,10	28,24	27,43	26,34	25,38	24,83	24,34	23,68
1,80	28,22	27,90	27,58	27,24	26,58	25,94	25,31	24,43	23,64	23,16	22,72	22,10
2,00	25,63	25,40	25,16	24,91	24,42	23,91	23,42	22,70	22,04	21,62	21,23	20,67
2,20	23,44	23,26	23,08	22,90	22,50	22,11	21,72	21,14	20,58	20,22	19,86	19,35
2,40	21,55	21,42	21,27	21,13	20,82	20,50	20,18	19,70	19,22	18,90	18,60	18,14

## Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux

Hauteur (m)	Diamètre nominal (m)											
	1300	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2500	2800	3000	3200	3500
	Pression (per) due aux charges roulantes (kN/m <sup>2</sup> )											
2,60	19,90	19,78	19,67	19,56	19,31	19,06	18,79	18,38	17,97	17,70	17,42	17,02
2,80	18,43	18,34	18,26	18,16	17,96	17,74	17,52	17,18	16,82	16,58	16,34	15,98
3,00	17,13	17,06	16,98	16,90	16,74	16,56	16,37	16,07	15,77	15,55	15,34	15,02
3,50	14,42	14,37	14,32	14,26	14,15	14,03	13,90	13,70	13,47	13,32	13,16	12,91
4,00	12,29	12,26	12,22	12,18	12,10	12,02	11,93	11,78	11,61	11,49	11,37	11,18
4,50	10,59	10,57	10,54	10,51	10,46	10,39	10,32	10,21	10,08	9,99	9,90	9,75
5,00	9,22	9,19	9,18	9,15	9,11	9,06	9,01	8,92	8,82	8,75	8,68	8,57
5,50	8,08	8,06	8,05	8,03	8,00	7,96	7,92	7,85	7,78	7,72	7,66	7,57
6,00	7,14	7,13	7,11	7,10	7,07	7,04	7,01	6,95	6,90	6,85	6,81	6,74

Actions dues aux charges permanentes (pep)

Elles s'exercent au niveau de la génératrice supérieure de la canalisation, résultant de l'effet des charges permanentes sur du terrain naturel.

Dans le cas d'une pose en tranchée étroite, la valeur de la pression pep (exprimée en kgN/m<sup>2</sup>) exercée par les surcharges permanentes po (exprimée en kN/m<sup>2</sup>) est égale à :

$$pep = po \cdot e^{-2k_1 \cdot H/B}$$

avec :

e la base des logarithmes népériens ;

k<sub>1</sub> le coefficient de cisaillement ;

H la hauteur de couverture, exprimée en m ;

B la largeur de la tranchée hors tout au niveau de la génératrice supérieure, exprimée en m.

Actions dues aux charges de chantier (pec)

Éventuellement, elles s'exercent au niveau de la génératrice supérieure de la canalisation, résultant de l'effet des conditions d'exécution du chantier.

Il en résulte que  $pe = \maxi (per + pep, pec)$ , ce qui signifie que pe est égal à la plus grande des deux valeurs :

– per + pep : pression verticale totale, en kN/m<sup>2</sup> ;

– pec.

---

**Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux**

---

Pour les tuyaux en PVC, l'ovalisation maximale admissible à long terme pour l'exploitation du réseau est de 10 %.

L'ovalisation de calcul à court terme, par rapport aux classes de rigidité des tuyaux en PVC, est de :

- 5 % pour les produits de classe CR 8 et CR 4 ;
- 3 % pour les produits de classe CR 2.

Chacune de ces valeurs de calcul correspond à une valeur d'ovalisation moyenne à court terme (3 mois).

### **Vérification aux états limites de fatigue**

Ce type de vérification n'est généralement applicable qu'aux matériaux à comportement flexible.

Ne sont à considérer, en principe, que les charges roulantes. Dans ce cas, le projeteur, lorsque le spectre de chargement n'est pas connu, est amené à augmenter la valeur du coefficient  $\gamma_M$ .

Lorsque le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) prévoit une vérification à l'état limite de fatigue en fonction des conditions d'actions répétitives ou fréquentes particulières, le spectre de chargement (niveau, amplitude, fréquence) doit y figurer.

## **7 Références**

### **Règlementation**

Fascicule n° 70, arrêté du 30 mai 2012 [NOR : EFIM1221961A] relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil.

Fascicule n° 71 (avril 2003) relatif à la Fourniture et pose de conduites d'adduction et de distribution d'eau - Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) - Marchés publics de travaux.

### **Normes**

NF EN 476 (mars 2011 – indice de classement : P 16-100) : Exigences générales pour les composants utilisés pour les branchements et les collecteurs d'assainissement.

NF EN 598+A1 (août 2009 – indice de classement : A 48-820) : Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour l'assainissement - Prescriptions et méthodes d'essai.

NF P 11-300 (septembre 1992 – indice de classement : P 11-300) : Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

NF P 98-331 (février 2005 – indice de classement : P 98-331) : Chaussées et dépendances – Tranchées : ouverture, remblayage, réfection.

En matière d'assainissement non collectif, le choix de la filière de traitement est fonction de l'aptitude du sol à recevoir et à évacuer les eaux usées. Cette aptitude dépend notamment de la structure du sol, de son hydromorphie, de sa topographie et de sa perméabilité.

## 1 Évaluation de la perméabilité d'un sol

La perméabilité du sol s'évalue selon différentes méthodes d'application. La « méthode à niveau constant » ou « méthode de Porchet », décrite ci-après, peut être utilisée.

### Test de percolation à niveau constant dit « méthode de Porchet »

Pour mesurer la vitesse à laquelle le terrain absorbe l'eau, des trous sont réalisés à faible profondeur dans le sol et remplis d'eau claire. Le volume d'eau nécessaire pour maintenir constante la hauteur d'eau permet de calculer un coefficient  $K$  caractérisant le sol en place :

$$K = \frac{V}{S \times d}$$

avec :

$K$  le coefficient de perméabilité, exprimé en mm/h ;

$V$  le volume d'eau introduit, exprimé en mm<sup>3</sup> ;

$S$  la surface d'infiltration, exprimé en mm<sup>2</sup> ;

$d$  la durée du test, exprimée en heure.

La surface d'infiltration est constituée de la seule surface mouillée du trou.

Lorsque l'épandage souterrain est retenu, son dimensionnement doit tenir compte de la valeur de la perméabilité ainsi estimée.

Pour les terrains caractérisés par une faible perméabilité (< 6 mm/h environ), l'évacuation des eaux usées par épandage souterrain doit être exclue au profit d'un autre mode de traitement et d'évacuation.

Pour des terrains présentant a priori une perméabilité favorable à une épuration et à une évacuation des eaux usées par le sol, la réalisation du test de percolation permet d'analyser d'autres éléments, relatifs au site, intervenant sur la mise en place d'un épandage souterrain :

- le niveau de remontée maximale de l'eau dans le sol (nappe phréatique ou nappe perchée) ;
- la topographie du terrain.

## Dimensionnement d'un épandage

### Appareillage à utiliser

Pour effectuer le test de percolation, l'appareillage suivant est préconisé (fig. 1) :

- un contrôleur de niveau ;
- une réserve d'eau (environ 25 litres) ;
- une cellule de mesure (burette, par exemple) ;
- un robinet « trois voies » pour un système manuel ou une électrovanne commandée par un système électronique 12 volts ;
- des tuyaux souples munis de raccords à manœuvre rapide ;
- une tige permettant de faire descendre le régulateur de niveau dans des trous forés pouvant atteindre 2 m de profondeur.

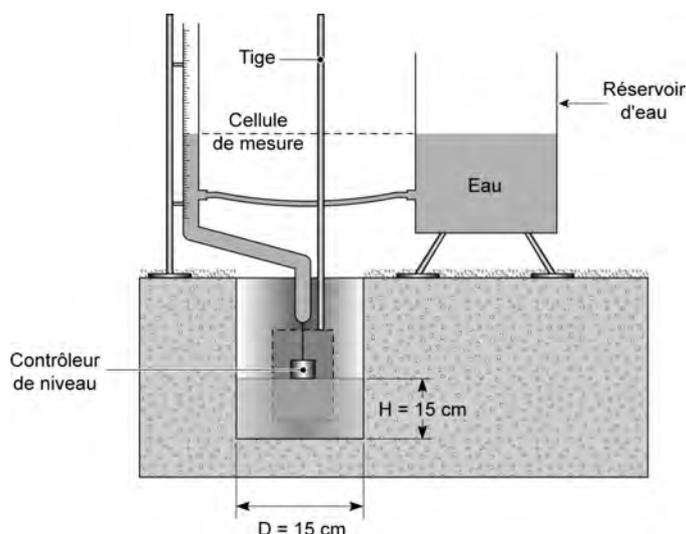


Fig. 1. Exemple de matériel pour un essai de percolation à charge constante

### Réalisation du test

#### Forage des trous

Les trous peuvent être réalisés par une tarière à main.

La profondeur du trou doit atteindre le niveau auquel serait placé l'épandage (de 50 à 70 cm en général).

Le nombre de trous à réaliser dépend de l'homogénéité présumée du terrain ; il est souhaitable d'effectuer au moins trois points de mesure pour l'assainissement d'une maison individuelle.

#### REMARQUE

Dans le cas d'un sol argileux ou limoneux humide, les parois des trous sont scarifiées pour faire disparaître le lissage occasionné par la tarière.

## Dimensionnement d'un épandage

Phase d'imbibition

Préalablement à la mesure, une phase d'imbibition du terrain est toujours nécessaire. Sa durée est de 4 h au moins car la perméabilité mesurée se stabilise en général au bout de cette durée. Le volume de réserve d'eau doit être suffisant pour assurer cette imbibition jusqu'à son terme.

Phase de mesure

Après la phase d'imbibition, on relie le régulateur de niveau à la cellule de mesure. Pour un système automatique, le programme effectue les deux phases en l'absence de l'opérateur. Les conditions expérimentales usuelles sont :

- diamètre du trou : 150 mm ;
- hauteur d'eau régulée : 150 mm ;
- durée du test : 10 min.

Dans ces conditions, la valeur de K est :

$$K = 6,79.10^{-5} \times V$$

**2** Calcul de la surface d'épandage

NF DTU 64.1 P1-1 § 4.3.3.1

Le classement des sols précisé dans le tableau 1 est une interprétation de la méthode de Porchet (fig. 2).

**Tab. 1. Surface d'épandage (fond des tranchées) en fonction de la perméabilité du sol (évaluée à partir du test de Porchet)**

Taille du bâtiment	Valeur de K (mm/h)			
	> 15 à 30 <i>Perméabilité médiocre</i>	> 30 à 50 <i>Moyennement perméable</i>	> 50 à 200 <i>Perméable</i>	> 200 <i>Très perméable (sol de type sableux)</i>
Jusqu'à 5 pièces principales (5 EH)	Voir Annexe B du NF DTU 64.14 P1-1	Tranchées d'épandage : 50 ml	Tranchées d'épandage : 45 ml	Lit d'épandage : 30 m <sup>2</sup>
Au-delà de 5 p.p. (> 5 EH)	Voir Annexe B du NF DTU 64.14 P1-1	Tranchées d'épandage : 10 ml/p.p. suppl.	Tranchées d'épandage : 9 ml/p.p. suppl.	Lit d'épandage : 6 m <sup>2</sup> /p.p. suppl.

*p.p.* : pièce principale

## Dimensionnement d'un épandage

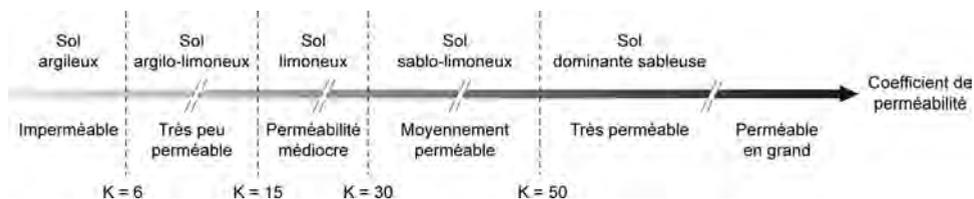


Fig. 2. Classement des sols

La longueur maximale de chaque tranchée est de 30 m, le bouclage de l'épandage par un tuyau d'épandage n'est pas pris en compte dans la longueur totale d'épandage.

Les longueurs des tranchées sont données pour une largeur de 0,5 m.

Le niveau haut de la nappe doit se situer à 1 m au minimum du fond de fouille (valeur augmentée en fonction de la nature du sol).

### REMARQUE

Dans un sol fissuré ou perméable en grand, l'épandage souterrain est exclu.

Dans le cas des sols à dominante sableuse où la réalisation des tranchées d'épandage est difficile, l'épandage en lit est réalisé dans une fouille unique à fond horizontal.

## 3 Références

### Réglementation

Circulaire n° 97-49 du 22 mai 1997 relative à l'assainissement non collectif, BO n° 649-97/12 du 10 juillet 1997 du ministère de l'Équipement.

### Norme

NF DTU 64.1 P1-1 (août 2013 – indice de classement : P 16-603-1-1) : Dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) – Pour les maisons d'habitation individuelle jusqu'à 20 pièces principales. Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types.

# Table des matières

Sommaire.....	3
Avant-propos.....	5
Sigles et abréviations.....	7

## **Chapitre 1 Voirie.....** 11

<b>1.1 Nomenclature, types de structures de chaussées et trafic.....</b>	<b>13</b>
1 Nomenclature.....	13
2 Types de structures de chaussées.....	14
3 Trafic cumulé.....	16
4 Références.....	19
<b>1.2 Plate-forme de chaussée.....</b>	<b>21</b>
1 Contexte et caractéristiques.....	21
2 Caractérisation du sol support.....	22
3 Purge du sol support.....	27
4 Traitement du sol support.....	27
5 Les remblais et la couche de forme.....	28
6 Contrôles et réception de la plate-forme de chaussée.....	31
7 Références.....	32
<b>1.3 Signalisation horizontale sur chaussées.....</b>	<b>33</b>
1 Description des produits.....	33
2 Classement.....	34
3 Caractéristiques des produits.....	35
4 Exigences réglementaires.....	39
5 Marquage.....	40
6 Références.....	41
<b>1.4 Voirie et amiante.....</b>	<b>43</b>
1 Généralités.....	43
2 Chaussées.....	43
3 Réseaux, drainage et équipement solidaire.....	44
4 Travaux en présence d'amiante.....	45
5 Références.....	45

## **Chapitre 2 Alimentation en eau potable.....** 47

<b>2.1 Généralités sur les réseaux d'eau.....</b>	<b>49</b>
1 Principes.....	49

2	Références.....	50
<b>2.2</b>	<b>Conception hydraulique du projet.....</b>	<b>53</b>
1	Débit et pression.....	53
2	Pertes de charge régulières.....	54
3	Pertes de charge singulières.....	56
4	Projets simples.....	57
5	Référence.....	58
<b>2.3</b>	<b>Conception environnementale du projet.....</b>	<b>59</b>
1	Résistance mécanique des canalisations.....	59
2	Résistance vis-à-vis du milieu.....	61
3	Détermination des pressions nominale et d'épreuve (STP).....	63
4	Références.....	64
<b>2.4</b>	<b>Potabilité.....</b>	<b>67</b>
1	Conception du réseau.....	67
2	Construction du réseau.....	68
3	Exploitation du réseau.....	69
4	Cas particulier des eaux de pluie.....	70
5	Références.....	70
<b>2.5</b>	<b>Canalisations en fonte ductile.....</b>	<b>71</b>
1	Les atouts de la fonte ductile.....	71
2	Les tuyaux.....	71
3	Les assemblages.....	72
4	L'entretien des canalisations.....	72
5	Référence.....	74
<b>2.6</b>	<b>Canalisations en polyéthylène.....</b>	<b>75</b>
1	Les atouts du polyéthylène.....	75
2	Les tuyaux.....	75
3	Les assemblages.....	77
4	L'entretien des canalisations.....	80
5	Références.....	80
<b>2.7</b>	<b>Construction d'un réseau.....</b>	<b>81</b>
1	Construction des réseaux.....	81
2	Butées.....	82
3	Ancrages.....	85
4	Références.....	86
<b>2.8</b>	<b>Contrôles et réception du réseau.....</b>	<b>87</b>
1	Contrôle du réseau.....	87
2	Contrôle du compactage du remblai des tranchées.....	88
3	Références.....	89

<b>Chapitre 3</b>	<b>Réseaux d'assainissement</b>	91
<b>3.1</b>	<b>Principes de conception</b>	93
1	Réseaux publics et réseaux privés	93
2	Composition des réseaux	94
3	Gestion des effluents	95
4	Références	96
<b>3.2</b>	<b>Démarche de la conception hydraulique</b>	97
1	Étapes de la conception	97
2	Recensement des effluents	98
3	Identification du point de rejet (exutoire)	98
4	Évaluation des pentes disponibles	98
5	Élaboration d'un plan du réseau	99
6	Évaluation des débits maximaux	99
7	Détermination du diamètre des tuyaux en fonction des débits et de la pente	103
8	Vérification des conditions d'autocurage	106
9	Examen des points singuliers	108
10	Définition des dispositions hydrauliques	109
11	Élaboration du dossier d'exécution	111
12	Références	111
<b>3.3</b>	<b>Ouvrages principaux : choix des tuyaux</b>	113
1	Tuyaux normalisés	113
2	Tuyaux non normalisés	114
3	Marquage	114
4	Rappel des caractéristiques des principaux matériaux utilisés en assainissement	117
5	Références	119
<b>3.4</b>	<b>Ouvrages principaux : résistance mécanique des tuyaux</b>	121
1	Paramètres relatifs à la canalisation	121
2	Paramètres liés au sol et à la mise en œuvre	122
3	Détermination des actions	128
4	Influence des actions	132
5	Détermination des sollicitations	133
6	États limites	135
7	Références	139
<b>3.5</b>	<b>Ouvrages annexes</b>	141
1	Terminologie	141
2	Charges de résistance subies	141
3	Localisation	141
4	Mise en œuvre	142
5	Étanchéité	143
6	Raccordement	143
7	Dispositifs de fermeture	144
8	Zones de charge en voirie	146
9	Matériaux	147

10	Marquage.....	148
11	Références.....	149

## **Chapitre 4 Assainissement non collectif..... 151**

<b>4.1</b>	<b>Principes généraux des installations domestiques.....</b>	<b>153</b>
1	Le contexte réglementaire.....	153
2	Les obligations des communes.....	154
3	L'installation d'une ANC.....	156
4	La gestion des eaux pluviales.....	159
5	La gestion des eaux de pluie.....	160
6	Les démarches lors de la cession d'un bien immobilier.....	161
7	Références.....	161
<b>4.2</b>	<b>Filière de traitement pour une installation domestique (<math>DBO_5 \leq 1,2</math> kg/j).....</b>	<b>163</b>
1	Prétraitement par fosses septiques toutes eaux.....	163
2	Traitement par le sol.....	166
3	Encadrement législatif des autres dispositifs de traitement.....	172
4	Évacuation des eaux usées domestiques.....	173
5	Conditions d'entretien des installations.....	174
6	Toilettes sèches.....	174
7	Séparateur à graisse (bac à graisse ou bac dégraisseur).....	176
8	Références.....	177
<b>4.3</b>	<b>Filière de traitement pour un ensemble immobilier (<math>DBO_5 &gt; 1,2</math> kg/j).....</b>	<b>179</b>
1	Obligations des communes.....	179
2	Obligations du maître d'ouvrage.....	180
3	Organismes en charge de l'évaluation de la conformité des systèmes d'assainissement et des contrôles.....	183
4	Principe général de l'installation d'ANC.....	186
5	Dimensionnement des installations de traitement.....	188
6	Références.....	189
<b>4.4</b>	<b>Dimensionnement d'un épandage.....</b>	<b>191</b>
1	Évaluation de la perméabilité d'un sol.....	191
2	Calcul de la surface d'épandage.....	193
3	Références.....	194
<b>4.5</b>	<b>Dimensionnement des bassins d'orage.....</b>	<b>195</b>
1	Concept.....	195
2	Description.....	195
3	Dimensionnement hydraulique.....	196
4	Principaux points à examiner.....	199
5	Références.....	201

<b>Chapitre 5</b>	<b>Alimentation en électricité</b>	203
<b>5.1</b>	<b>Poste de livraison d'énergie ou d'abonné et éléments de construction</b>	205
1	Constitution d'un poste classique	205
2	Construction du poste	207
3	Aménagements	211
4	Matériels d'exploitation et de sécurité	213
5	Références	213
<b>5.2</b>	<b>Canalisations enterrées</b>	215
1	Distinction entre le domaine public et le domaine privé	215
2	Canalisations pour courant fort	216
3	Canalisations pour les réseaux de communication	216
4	Références	219
<b>5.3</b>	<b>Prises de terre</b>	221
1	Fonctions	221
2	Caractéristiques	221
3	Valeurs de résistance	227
4	Vérification et mesures obligatoires	228
5	Références	228
<b>5.4</b>	<b>Locaux de service électrique</b>	229
1	Terminologie	229
2	Règles générales de construction et d'aménagement	229
3	Règles complémentaires pour les locaux de service électrique des ERP et des IGH	230
4	Références	233
<b>5.5</b>	<b>Chaufferies non classées</b>	235
1	Conception de l'installation électrique d'une chaufferie	235
2	Coupure électrique extérieure	236
3	Installation électrique intérieure	237
4	Organisation extérieure	238
5	Références	239
<b>5.6</b>	<b>Canalisations aériennes basse tension</b>	241
1	Conditions de pose	241
2	Fixation des câbles sur poteaux	243
3	Références	247
<b>5.7</b>	<b>Adduction et pénétration des canalisations dans les bâtiments</b>	249
1	Adduction du réseau électrique	249
2	Point de pénétration	251
3	Zone à risque électrique et câblages	253
4	Références	254
<b>5.8</b>	<b>Choix des matériels</b>	255
1	Conditions de fonctionnement	255

2	Influences externes des locaux et zones d’implantation.....	257
3	Références.....	261
<b>5.9</b>	<b>Systèmes de conduits encastrés dans le gros œuvre.....</b>	<b>263</b>
1	Désignation et classification des systèmes de conduits.....	263
2	Mise en œuvre .....	264
3	Références.....	270
<b>5.10</b>	<b>Installations de protection contre la foudre.....</b>	<b>271</b>
1	Installations extérieures de protection contre la foudre.....	271
2	Installations intérieures de protection contre la foudre.....	280
3	Références.....	284
	Index .....	291

# VRD

## VOIRIE ET RÉSEAUX DIVERS

### Eau - Électricité - Assainissement



**Bureau  
Veritas  
Construction  
Contrôle**  
la conformité  
des projets

à toutes les étapes  
de la construction, en  
évaluant les performances  
dans les domaines de la  
qualité, de la sécurité, de  
la santé et de la protection  
de l'environnement.

Proches de la réalité  
du terrain à travers les  
nombreux chantiers qu'ils  
contrôlent, ses experts  
sont à même de répondre  
aux questionnements  
les plus divers dans le  
souci de la gestion des  
risques et de l'amélioration  
des performances.

*VRD - Voirie et réseaux divers* traite de la mise en place, d'un point de vue réglementaire et technique, des réseaux secs et humides raccordés aux bâtiments. Après une présentation des notions générales de voirie, ce guide :

- détaille chaque étape de création d'un réseau enterré d'eau, depuis les études hydraulique et environnementale du projet à la réception des ouvrages, en passant par le choix des matériaux et l'exigence de potabilité ;
- définit la démarche de conception d'un réseau d'assainissement, précise les spécificités des ouvrages principaux et annexes, et décrit les caractéristiques dimensionnelles et le comportement mécanique des matériaux soumis aux actions du sol environnant ;
- synthétise les principes généraux de l'ANC et l'essentiel des dispositions techniques de mise en œuvre, d'entretien et d'exploitation des différentes filières visées par la norme NF DTU 64.1 et la réglementation ;
- détermine les règles de construction des postes de livraison d'énergie et des locaux de service, définit les conditions de mise en œuvre des canalisations enterrées et aériennes, et fournit, en complément des règles générales, des prescriptions et recommandations concernant les chaufferies non classées, la pénétration des réseaux dans le bâtiment, et les installations de protection contre la foudre.

De nouvelles fiches sur le dimensionnement et le marquage au sol des chaussées, les travaux de voirie en présence d'amiante, le dimensionnement des bassins d'orage, le choix des matériels et les systèmes de conduits encastrés pour l'alimentation électrique viennent compléter la mise à jour de l'ouvrage.

Ce manuel pratique est destiné aux maîtres d'ouvrage qui y trouveront une synthèse des exigences réglementaires, et aux maîtres d'œuvre qui s'en serviront comme d'un aide-mémoire rassemblant les données utiles pour leurs opérations.

## Sommaire

- Chapitre 1** – Voirie
- Chapitre 2** – Alimentation en eau potable
- Chapitre 3** – Réseaux d'assainissement
- Chapitre 4** – Assainissement non collectif
- Chapitre 5** – Alimentation en électricité

ISBN 978-2-281-14214-3



9 782281 142143

Photographies de couverture :  
© 2019 Adobe

EDITIONS

**LE MONITEUR**