

OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EN BÉTON

Tome 1

Assainissement collectif Conception et réalisation



CERIB

Centre d'Études et de Recherches
de l'Industrie du Béton

FIB
Fédération de l'Industrie du Béton
Assainissement

CIM *béton*
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

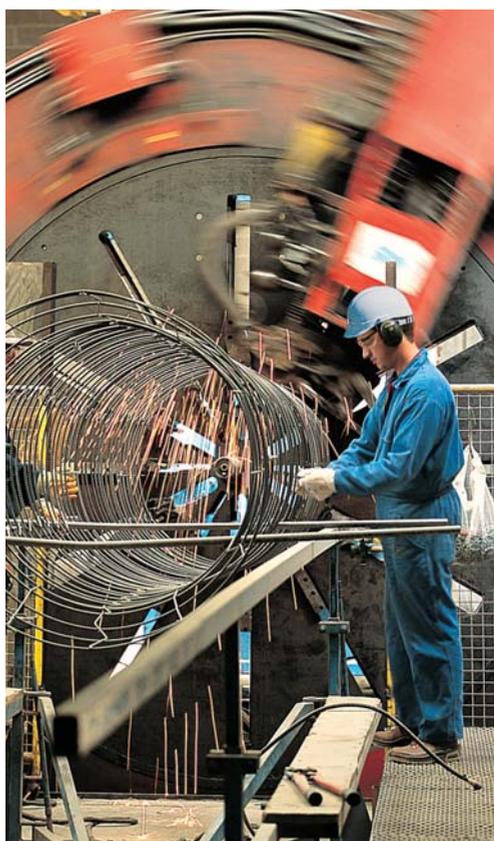


OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EN BÉTON

Tome 1

Assainissement collectif Conception et réalisation

L'évolution des textes de référence (normes et fascicule n° 70 du CCTG) et la mise en vigueur du marquage CE ont rendu nécessaire la révision de ce guide. Cette nouvelle édition fait l'objet de deux tomes : le présent **Tome 1** traitant spécifiquement de **l'assainissement collectif** et le **Tome 2** consacré à **l'assainissement non collectif**.



● L'eau est source de vie. Les régions du monde les plus déshéritées sont celles qui souffrent d'une insuffisance de cette ressource. Les sociétés modernes ont compris qu'il était nécessaire, dans le cadre d'un développement durable, de ménager cette matière précieuse, d'en maîtriser l'utilisation et de restituer après usage à la nature une eau correctement épurée. Cette prise de conscience accompagne désormais le déploiement des grandes agglomérations. Les recherches menées dans ce secteur ont été nombreuses et ont débouché sur la mise au point de procédés et d'équipements de plus en plus élaborés.

Ce guide technique a été conçu pour apporter aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvres et aux entrepreneurs une information synthétique permettant de bien comprendre les principes mis en jeu dans une installation moderne de traitement des eaux usées et des eaux pluviales, de la collecte à la restitution en milieu naturel. Cette aide à la conception complète et facilite l'accès aux documents et outils existants : normes, règles de l'art, logiciels de conception.

Ce document tient compte notamment des nouveaux textes et normes de référence et en particulier, du fascicule n° 70 du CCTG, version 2003.

Loi 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau

Article 1^{er} : L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.

Sommaire

● 1 - Historique	7
------------------	---

● 2 - L'assainissement : une nécessité au service des hommes	15
2.1 - La collecte des eaux usées et pluviales	18
2.2 - Le transport des effluents	18
2.3 - Le stockage	20
2.4 - L'épuration des effluents	21
2.4.1 - Caractéristiques des effluents	22
2.4.2 - Prétraitement et traitement	23

● 3 - La conception d'un réseau collectif	27
3.1 - Les principaux documents de référence	28
3.1.1 - Les normes	28
3.1.2 - Les textes officiels	29
3.1.3 - Les ouvrages et publications	29
3.2 - La conception hydraulique	30
3.2.1 - Considérations d'ordre général	30
3.2.2 - Calcul des débits d'eaux usées	31
3.2.3 - Calcul des débits d'eaux pluviales	32
3.2.4 - Calcul de la section des canalisations	37
3.3 - La conception mécanique	46
3.3.1 - Etudes géotechniques préalables	48
3.3.2 - Principe du calcul mécanique et exemples de calculs	50
3.3.3 - Normalisation européenne de la méthode de calcul mécanique	58
3.3.4 - Cas de poses particulières	58
3.4 - L'implantation des ouvrages de visite, de branchement ou d'inspection	62
3.4.1 - Implantation des regards	63
3.4.2 - Changements de direction, de pente ou de diamètre	63
3.5 - La qualité de l'ouvrage	63

● 4 - L'offre de l'industrie du béton	65
4.1 - La réponse aux fonctions - La gamme des produits	67
4.1.1 - Caniveaux hydrauliques - Fossés - Descentes de talus	69
4.1.2 - Bouches avaloirs	70
4.1.3 - Tuyaux et raccords	70
4.1.4 - Cadres	74
4.1.5 - Ouvrages de rétention	74
4.1.6 - Réservoirs d'eau	75
4.1.7 - Structures réservoir	75
4.1.8 - Boîtes de branchement ou d'inspection	75
4.1.9 - Regards de visite	76
4.1.10 - Postes de relèvement et de refoulement	77
4.1.11 - Têtes d'aqueduc de sécurité et têtes de ponts	77
4.1.12 - Dégrilleurs, débourbeurs, décanteurs, dessableurs	78
4.1.13 - Fosses septiques	78
4.1.14 - Séparateurs de boues et de liquides légers	79
4.1.15 - Séparateurs à graisse	80

4.2 - La réponse à l'exigence de compatibilité des composants	80
4.3 - La réponse à l'exigence de respect de l'environnement	81
4.3.1 - Des matières premières illimitées	83
4.3.2 - Une production dans des conditions contrôlées	83
4.3.3 - Mise en œuvre : des transports de matériaux limités	83
4.3.4 - Vie en œuvre : une fonction assurée durablement	83
4.3.5 - Un matériau inerte aisément recyclable	84
4.3.6 - Des analyses tout au long du cycle de vie	85
4.4 - La réponse à l'exigence de pérennité	85
4.4.1 - Les références historiques	85
4.4.2 - D'excellentes performances mécaniques - Indéformabilité	85
4.4.3 - Résistance à l'abrasion	86
4.4.4 - Résistance aux agressions chimiques	86
4.4.5 - Réponse à des contraintes spécifiques	86
4.5 - La qualité des produits	89
4.5.1 - Une politique professionnelle volontariste	89
4.5.2 - Les certifications	91
4.5.3 - Le marquage CE	94

● 5 - La mise en œuvre des réseaux	97
5.1 - L'implication des différents acteurs	98
5.1.1 - Le maître d'ouvrage	98
5.1.2 - Le maître d'œuvre	99
5.1.3 - L'entreprise	100
5.1.4 - Les fournisseurs de l'entreprise	100
5.1.5 - Le contrôleur extérieur	100
5.2 - L'exécution des travaux	101
5.2.1 - Définitions	101
5.2.2 - La nature et la qualité des matériaux	103
5.2.3 - Les conditions de réception des produits sur chantier	104
5.2.4 - La nature des sols	105
5.2.5 - Matériaux d'enrobage ou de remblai traités aux liants hydrauliques	106
5.3 - La tranchée	106
5.3.1 - Largeur maximale de la tranchée	106
5.3.2 - Largeur minimale de la tranchée	107
5.3.3 - Elimination des venues d'eau	108
5.3.4 - Fond de tranchée	109
5.4 - La manutention et le stockage	109
5.5 - La pose	110
5.5.1 - Lit de pose	110
5.5.2 - Assemblage des éléments	111
5.5.3 - Branchements	111
5.6 - Le remblaiement (matériaux non liés)	112
5.6.1 - Autocontrôles d'étanchéité et de densification	112
5.6.2 - Exécution de l'assise	113
5.6.3 - Exécution du remblai latéral et du remblai initial	113
5.6.4 - Exécution du remblai proprement dit	113

5.7 - Le remblaiement (matériaux autocompactants à base de ciment)	114
5.7.1 - Définitions	114
5.7.2 - Deux types de matériaux	115
5.7.3 - Domaines d'application privilégiés	115
5.7.4 - Atouts des matériaux autocompactants	116
5.7.5 - Mise en œuvre	117
5.7.6 - Précautions à prendre lors de l'utilisation des matériaux autocompactants	119
5.8 - La maîtrise de la qualité des travaux	120
5.9 - La maîtrise des dispositions relatives à l'environnement	120
5.10 - Guide de mise en œuvre	121

● 6 - Les essais préalables à la réception	123
6.1 - Généralités	124
6.2 - Epreuve de compactage	124
6.2.1 - Interprétation des résultats	126
6.2.2 - Rapport de contrôle du compactage	126
6.3 - Inspection visuelle ou télévisuelle	127
6.4 - Vérification de la conformité topographique et géométrique	128
6.5 - Epreuve d'étanchéité	128
6.5.1 - Généralités	128
6.5.2 - Epreuves d'étanchéité à l'eau	129
6.5.3 - Epreuve d'étanchéité à faible pression d'air	130

● 7 - Les chartes de qualité des réseaux	133
---	------------

● 8 - Annexe	137
Recommandation aux maîtres d'ouvrage publics, relative à l'utilisation des outils tels que CCTG, normes, avis techniques et certifications	



Chapitre

1

Historique

Deux siècles d'assainissement

■ Première moitié du XIX^e siècle

Les villes se développent dans un contexte de “misère urbaine” : en 1832 à Paris, le Premier ministre lui-même, Casimir Périer, est victime d'une épidémie de choléra. En 1833, Monsieur de Rambuteau accède aux fonctions de Préfet de la Seine :

- il fait de la réalisation d'un réseau d'égouts une de ses priorités ;
- il fait acheminer une plus grande quantité d'eau ; on organise l'écoulement en bordure de trottoir et l'on met en place des fontaines monumentales.

Jusque-là, Paris a pour évacuateur principal de ses immondices un ruisseau à ciel ouvert, le ruisseau de Ménilmontant, qui passe au pied de la colline de Montmartre pour se déverser dans la Seine à l'emplacement actuel du pont de l'Alma. Mais le plus souvent, les immondices sont simplement déposées à la surface des rues et leur évacuation est confiée au hasard. En 1844, une loi institue la multiplication des fontaines à Paris. En 1840, on y compte environ 50 km d'égouts. Dix ans plus tard, ce chiffre passe à 250 km.

■ Seconde moitié du XIX^e siècle

Avec Georges Eugène Haussmann, Préfet de la Seine puis Sénateur, et par l'intermédiaire de deux de ses collaborateurs, Eugène Belgrand et Jean-Charles Alphand, on assiste au développement de différentes initiatives. Eugène Belgrand fait construire deux grands collecteurs parallèles à la Seine qui se réunissent et se déversent dans la Seine à Clichy. Un troisième collecteur se déverse à Saint-Denis. Ces collecteurs et les égouts ne doivent recevoir que les eaux pluviales et les eaux ménagères, ce qui n'empêche pas que la Seine soit noire jusqu'à Marly et qu'il soit nécessaire de la dégager par des dragages. Les immeubles parisiens sont dotés de fosses fixes à vidange.

Des tombereaux acheminent leur contenu vers des darses pestilentielles, des cloaques comme à la Villette, où les dépôts sont repris par des péniches et transportés dans des zones maraîchères. L'idée du tout-à-l'égout fait son chemin. Déjà appliquée en Italie et en Angleterre, cette innovation très intéressante pour la ville ne l'est pas pour le fleuve : il faut vite y adjoindre le principe de l'utilisation agricole des eaux d'égout par épandage. Le tout-à-l'égout est mis en œuvre par un collaborateur de Jean-Charles Alphand, Alfred Durand-Claye, qui utilise des champs d'épandage à Gennevilliers. Il est envisagé "d'irriguer" au moyen des eaux d'égouts, riches en "engrais", la forêt de Saint-Germain, la plaine d'Achères et à partir de là, les plaines de Colombes, de Nanterre, d'Argenteuil, de Bezons, de Houilles et de Sartrouville. Mais de nouvelles épidémies de choléra ont lieu en 1884 et en 1885 à Paris, Marseille, Naples, Palerme... Le 8 août 1894, le Préfet de la Seine, Eugène Poubelle, prend un important arrêté sur les cabinets d'aisance et sur le "tout-à-l'égout". À la fin du XIX^e siècle, il y a 950 km d'égouts à Paris.

Des opposants demandent toutefois l'installation d'usines de désinfection et les riverains des plaines d'épandage protestent.

“Ces tas d’ordures aux coins des bornes, ces tombereaux de boue cahotés la nuit dans les rues, ces affreux tonneaux de la voirie, ces fétides écoulements de fange souterraine que le pavé vous cache, savez-vous ce que c’est ? C’est de la prairie en fleur, c’est de l’herbe verte, c’est du serpolet et du thym et de la sauge, c’est du gibier, c’est du bétail, c’est le mugissement satisfait des grands bœufs le soir, c’est du pain sur votre table, c’est du sang chaud dans vos veines, c’est de la santé, c’est de la joie, c’est de la vie.”

Victor Hugo, 1860.

■ Première moitié du XX^e siècle

En 1900, Paris compte 2,6 millions d'habitants. Des hygiénistes s'intéressent aux méthodes pratiquées en Angleterre. Le 15 février 1902, une instruction énonce le principe de la désinfection des eaux au titre de la protection de la santé publique. Cette responsabilité est placée sous l'autorité des maires. En 1909, le docteur Albert Calmette, bactériologiste, Directeur de l'Institut Pasteur à Lille, fait installer la première station d'épuration significative. Le 1^{er} juin 1910, une ordonnance du préfet de Paris fixe des règles strictes quant à l'installation des fosses septiques. En 1922, le rapport Kling, du nom du Directeur du Laboratoire de la préfecture de Paris, permet de constater que sur 1 234 fosses répertoriées dans ce département de la Seine, 10 seulement fonctionnent conformément aux dispositions de l'ordonnance de 1910. Le 15 mars 1919, une loi demande que des plans d'assainissement des villes soient établis. Le 22 juin 1925, une circulaire fixe de nouvelles dispositions pour l'installation des fosses septiques.

À l'époque, les différentes solutions connues sont :

- l'épandage et l'irrigation par le sol naturel, qui nécessitent de grandes surfaces ;
- la précipitation chimique, qui aboutit à la formation d'une grande quantité de boues ;
- l'épuration biologique intensive à l'aide de fosses septiques et de filtres ;
- l'épuration biologique par les boues activées.

Au niveau du principe des réseaux, trois systèmes sont déjà connus :

- le système unitaire ;
- le système séparatif ;
- le système mixte.

Les crises politiques et économiques de la première moitié du XX^e siècle limitent sérieusement les investissements nécessaires.

ÉTABLISSEMENTS
SAINRAPT ET BRICE

Société Anonyme au Capital
de 3.000.000 francs

SIÈGE SOCIAL : 3, PLACE PAUL-VERLAINE
— PARIS —

SUCCURSALE C

76 & 77, Rue des Grands-Champs
PARIS (XX*)

Téléphone : DORIAN 69-10

ÉTUDES - DEVIS - PRIX A FORFAIT

Références sur demande

EPURATION D'EAUX RÉSIDUAIRES

PAR

STATIONS de TRAITEMENT et FOSSES SEPTIQUES

(PROCÉDÉS ET APPAREILLAGE SAINRAPT & BRICE)

ÉGOUTS - CANALISATION - DRAINAGE
CAPTAGE DE SOURCES - ADDUCTION d'EAU

OFFICE TECHNIQUE D'ASSAINISSEMENT
PROCÉDÉ /

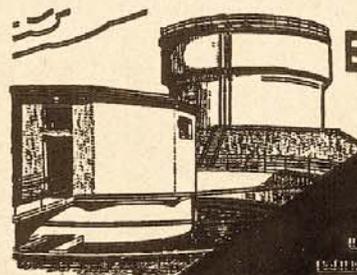
.HYGEA.SIMPLEX.
33 RUE SAINT-DOMINIQUE .PARIS/

EPURATION DE/ EAUX RESIDUAIRE/

NITRIFICATEUR/ CELLULAIRE/

STATION/ D'EPURATION

CONCESSIONNAIRE DE/ PROCÉDÉ/ "A.GIRARD"
L.LABADIE ARCHITECTE DIPLÔMÉ TEL. INVY 7212



EPURATION
MODÈLE
DES EAUX
RESIDUAIRES

MUNICIPALES
INDUSTRIELLES
AGRICULTURES

Principales et Brevets CLAUDE FOSSE
SAINDOMINI CLAUDE
12 Rue de Valenciennes - PARIS 18^e - Tél. EDD 94 10 11 12

NUMÉREUSES
RÉFÉRENCES



Epuration de toutes Eaux Usées

Eaux d'Egouts — Eaux Industrielles (Laiteries, Abattoirs, Papeteries, Sucrieries, etc...)

Assainissement des Villes

Réseaux d'Egouts — Ordures ménagères

ETUDES, PROJETS, RÉALISATIONS, EXPLOITATION

par procédés Brevetés S. G. D. G.

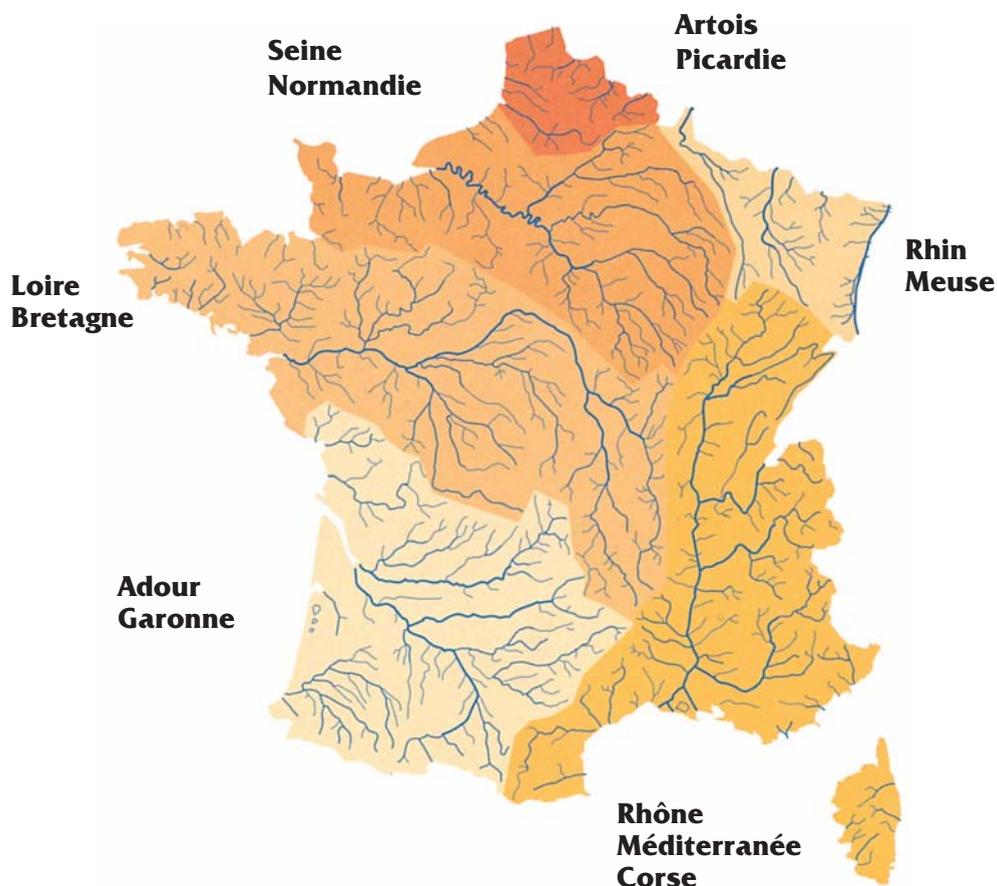
Office **F**rançais de **T**ravaux d'**A**ssainissement

6, rue du Boccador, PARIS-8^e
Tél. BALZAC 45-26
Agences à LYON, BORDEAUX,
NICE, PAU, BEZIERS

■ Seconde moitié du XX^e siècle

De nombreux textes réglementaires qui relèvent du Code de la santé publique sont établis immédiatement après la guerre. Quel que soit le système de réseau retenu, on parle de traitement et non d'épuration, et l'on centralise les points de traitement. On constate des améliorations sur les réseaux, qui concernent :

- le dessablement ;
- l'écumage et la suppression des graisses et des huiles ;
- la prise en compte des rejets industriels ;
- la prise en compte de la nécessité de traiter les eaux pluviales ;
- l'assainissement autonome par fosse septique.



Les bassins versants et les zones des six Agences de l'eau en France

Actuellement, on est passé d'une logique d'éloignement à une logique de collecte des eaux usées et de traitement. Aujourd'hui, la France compte quelque 250 000 km de canalisations d'eaux usées qui desservent environ 50 millions d'usagers. On estime que le taux de collecte (volume d'eaux usées amenées à une station d'épuration par rapport au volume total) est de l'ordre de 65 à 70 %. De nombreux réseaux présentent toutefois des dysfonctionnements.

La loi sur l'eau du 16 décembre 1964, qui établit le régime de la répartition des eaux et la lutte contre leur pollution, crée six groupements de bassin (agences de bassin) et instaure le principe du pollueur-payeur. Cette loi-cadre et ses décrets d'application instaurent une gestion de l'eau dans son cadre naturel. Le territoire français est partagé en six grands bassins hydrographiques correspondant chacun à une agence financière de bassin (rebaptisée ensuite "Agence de l'eau"), créée pour constituer l'organisme exécutif de la gestion des eaux. Le territoire des Agences résulte donc d'un découpage naturel suivant les lignes de partage des eaux.

Établissements publics d'État, les Agences de l'eau apportent des conseils techniques aux élus, aux industriels et aux agriculteurs. Elles leur fournissent des aides financières afin d'entreprendre les travaux nécessaires à la lutte contre la pollution des eaux et à la protection des ressources en eau. Leur politique s'articule autour de quatre grands axes :

- la gestion de la ressource en eau ;
- la lutte contre la pollution ;
- la préservation des milieux aquatiques ;
- le suivi de la qualité des eaux continentales et littorales.

La loi 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, transposition en droit français de la Directive européenne du 21 mai 1991, relance la politique de l'eau.

Cette loi :

- reconnaît l'intérêt général de la ressource en eau et crée des mécanismes de planification et de concertation en instituant des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) qui fixeront les objectifs d'utilisation, de mise en valeur et de protection de la ressource en eau ;
- renforce la réglementation, notamment en matière de police des eaux ;

- renforce l'intervention des collectivités territoriales en élargissant leurs compétences en matière d'études et de travaux touchant l'assainissement :
 - les communes ou leurs groupements délimitent, après enquête publique, les zones relevant soit de l'assainissement collectif, soit de l'assainissement non collectif,
 - au plus tard le 31 décembre 2005, l'ensemble des prestations prévues en matière de construction, d'entretien et de fonctionnement des installations d'assainissement collectif devront être prises en charge de façon obligatoire par les collectivités locales,
 - les collectivités doivent également assurer le contrôle de l'assainissement non collectif et peuvent prendre en charge les dépenses d'entretien de ce mode d'assainissement autonome,
 - pour l'aspect financier, les communes peuvent, par le biais de la taxe d'assainissement, prendre en charge et rendre obligatoires les différentes dépenses d'assainissement.

Elles peuvent en outre, tant pour les investissements que pour le fonctionnement, bénéficier d'aides (subventions et prêts) leur permettant de supporter le coût de cet assainissement. Notons aussi que depuis le 1er janvier 1992, les collectivités disposent, grâce aux Agences de l'eau, de moyens financiers accrus.

■ Plus récemment

La Directive européenne du 22 décembre 2000 vise à harmoniser les modalités de la gestion de l'eau dans tous les pays de l'Union européenne, en reconnaissant la notion de bassin versant comme unité géographique pertinente, par référence aux dispositions françaises. Cette directive, qui vise l'objectif ambitieux de garantir un bon état de l'ensemble des eaux en 2015, devrait être transposée prochainement en droit français. La loi correspondante visera l'application du principe du pollueur-payeur, notamment par une réforme des modalités de redevance (pollution des eaux, prélèvement et modification des régimes d'écoulement). Plus globalement, elle encadrera les orientations des Agences de l'eau.



Chapitre

2

L'assainissement : une nécessité au service des hommes

**2.1 - La collecte des eaux usées
et pluviales**

2.2 - Le transport des effluents

2.3 - Le stockage

2.4 - L'épuration des effluents

La vie humaine, la vie animale, l'activité industrielle, sont à l'origine de la production de déchets qui, en cas de concentration excessive et mal maîtrisée, peut mettre en cause la santé des individus. Il faut supprimer ces causes d'insalubrité et pour cela :

- éloigner rapidement et sans stagnation tous les déchets susceptibles de produire des putréfactions et des odeurs ;
- prendre toutes les dispositions pour éviter que les produits évacués n'entraînent de contamination, de pollution et de perturbation du milieu constituant leur destination finale (en particulier les sols, les nappes phréatiques, les cours d'eau, les lacs, les mers, etc.).

Ces deux concepts simples suffisent pour définir les fonctions de l'assainissement, qui consiste à résoudre deux problèmes très différents qu'il convient de ne pas confondre :

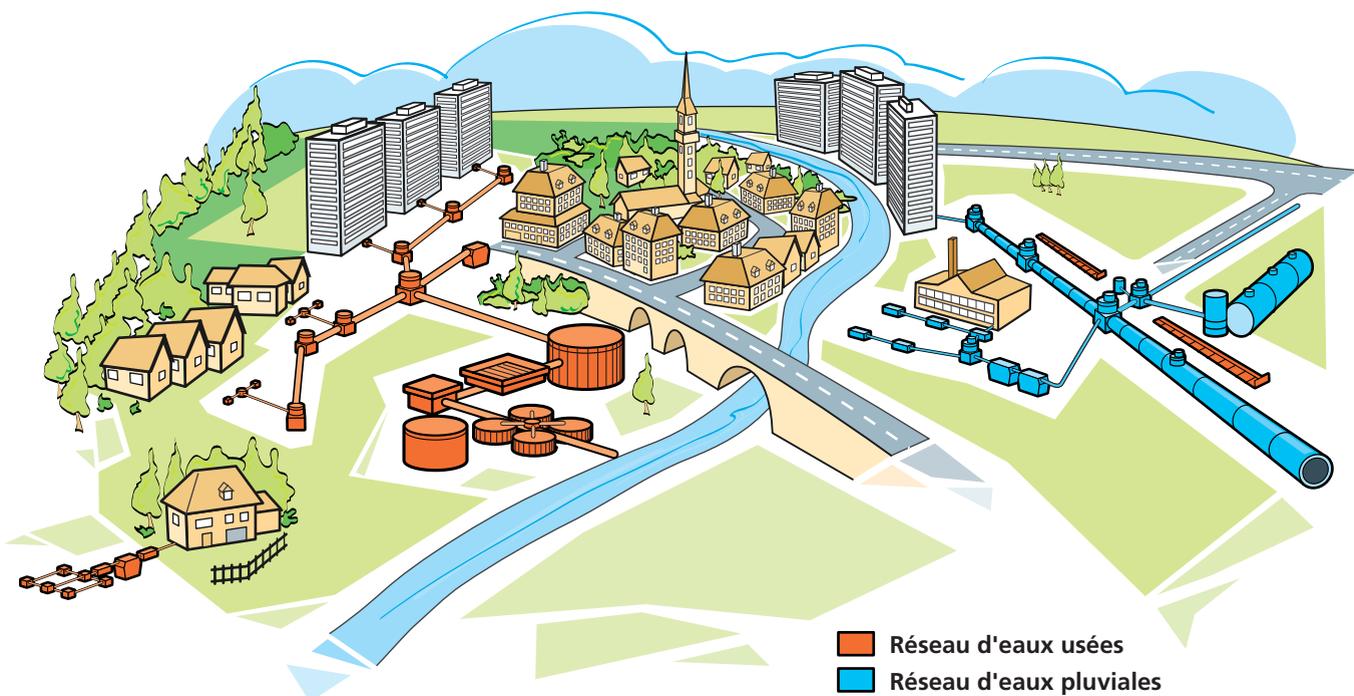
Assainissement = évacuation + épuration

Évacuation = ensemble des procédés permettant d'assurer la collecte et l'évacuation rapide des déchets.

Épuration = ensemble des traitements applicables à des déchets avant rejet dans un milieu naturel.

L'assainissement a donc pour but d'assurer la collecte, le transport et si besoin, la rétention des eaux pluviales et des eaux usées et de procéder à leur prétraitement puis à leur traitement avant rejet dans le milieu naturel. Les techniques utilisées doivent être compatibles avec les exigences qu'impose le respect de la santé publique et de l'environnement. Il apparaît que les fonctions dévolues à l'assainissement sont nombreuses. Par ailleurs, la nature et l'importance des équipements à mettre en œuvre pour assurer ces fonctions sont variables. Ils dépendent en effet, du type d'habitat (assainissement collectif ou autonome), de la topographie du site (système gravitaire ou non gravitaire), de la nature des effluents concernés (système séparatif, unitaire ou mixte), de la nature du sous-sol, etc. Le schéma ci-après présente une vue générale d'un réseau d'assainissement de type gravitaire.

Figure 1 : Exemple type de réseau d'assainissement gravitaire



Le choix de tel ou tel système, de telle ou telle configuration de réseau, doit prendre en considération les objectifs suivants :

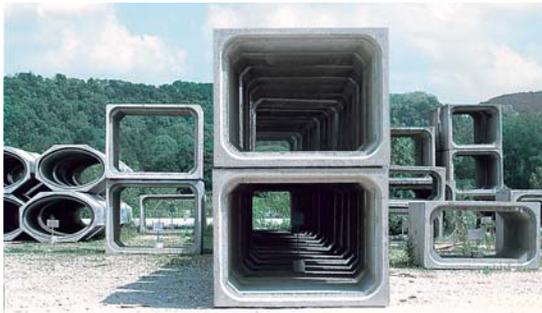
- évacuer le plus rapidement possible les eaux usées urbaines vers la station afin de faciliter leur traitement ;
- tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération ;
- respecter la qualité des rejets dans le milieu naturel ;
- tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations, etc. ;
- tenir compte des conditions d'exploitation qui peuvent être rendues difficiles, par exemple, par le choix d'une pente insuffisante.

2.1 - La collecte des eaux usées et pluviales

Dans le cas de l'assainissement collectif, la collecte s'effectue au moyen de tuyaux, de branchements, de boîtes de branchement, de caniveaux, de bouches d'engouffrement, etc. Le branchement au collecteur principal s'effectue dans un regard visitable permettant également d'assurer les opérations d'entretien sur le réseau. Dans le cas de l'assainissement non collectif, dit autonome, la collecte des eaux usées et celle des eaux pluviales sont totalement séparées, le traitement ne concernant que les eaux usées.

2.2 - Le transport des effluents

La fonction transport est assurée par les canalisations dont le diamètre et la pente sont calculés en fonction des débits collectés et de la configuration du site. Le plus souvent de section circulaire, les canalisations peuvent aussi être de section ovoïde ou rectangulaire pour répondre à des contraintes spécifiques (exemple : encombrement, vitesse limite, etc.).



Principales formes de canalisations



Des études préalables tenant compte des spécificités de la zone concernée (topographie, type d'habitat, nature des rejets, etc.) permettent de faire le choix du type de réseau à mettre en place.

On distingue :

Le système unitaire. Ce système, qui est l'héritage du "tout-à-l'égout", consiste à évacuer par un réseau unique, l'ensemble des eaux usées et pluviales. Ces réseaux sont généralement équipés de déversoirs d'orage permettant en cas de pluie intense, le rejet d'une partie des effluents dans le milieu naturel, soit directement, soit après un traitement spécifique dans une station d'épuration.

Le système séparatif. Dans ce système, un réseau est affecté à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et des effluents industriels de composition comparable (le branchement correspondant est soumis à autorisation). Un autre réseau, distinct, est affecté à l'évacuation des eaux pluviales qui sont rejetées dans le milieu naturel, soit directement (cas qui demeure le plus fréquent), soit après stockage et traitement.

Le système mixte pseudo-séparatif. Dans ce système, une part des eaux pluviales provenant de la voirie est rejetée directement dans le milieu naturel au moyen de caniveaux et de fossés. L'autre part, provenant des toitures et des cours intérieures, est raccordée au réseau des eaux usées.



Mise en place d'un système séparatif dans une tranchée

2.3 - Le stockage

La technique du stockage provisoire des eaux pluviales est en forte expansion. En effet, l'urbanisation sans cesse croissante, qui a pour corollaire l'augmentation des surfaces imperméabilisées, conduit à une insuffisance de la capacité hydraulique des canalisations existantes en cas d'événements pluvieux importants. Le stockage provisoire de l'effluent au moyen d'une technique dite alternative permet de restituer dans le réseau ou dans le sol, à faible débit, les volumes ainsi stockés lors des événements pluvieux. Les techniques sont nombreuses : chaussées et structures réservoirs, bassins de rétention, réservoirs, puits d'infiltration, fossés drainants, etc.



Réservoirs de stockage



L'adjonction au fascicule n° 70 d'un titre II exclusivement consacré à ces techniques dites alternatives, témoigne de la prise de conscience de l'intérêt qu'elles présentent pour lutter contre les risques d'inondation.

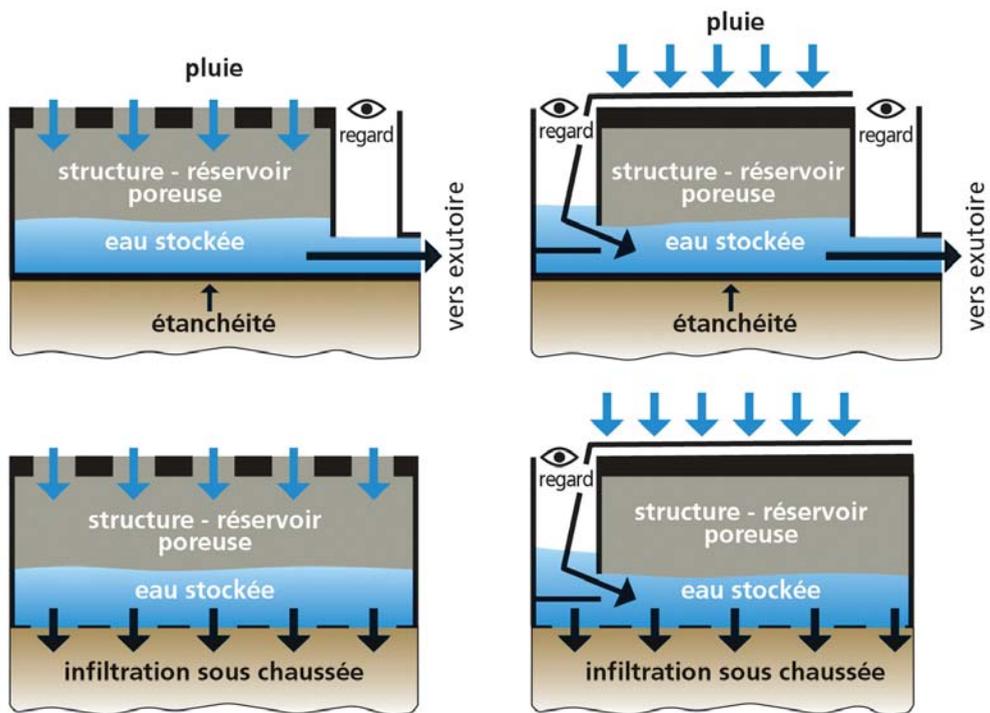


Figure 2 : Différents concepts de structures réservoirs

2.4 - L'épuration des effluents

Les effluents susceptibles d'être évacués, et qui justifient donc des mesures d'épuration, sont en général classés en trois familles qui doivent être considérées distinctement.

Les eaux de ruissellement (ou effluent pluvial)

Elles sont constituées par l'eau de pluie et par les eaux de lavage de la voirie. Ces eaux sont chargées de poussières, de gaz toxiques, de fumées. Elles contiennent des débris minéraux et organiques. Ce sont en général, les éléments minéraux qui dominent et en particulier, le sable. Leurs débits sont caractérisés par leur irrégularité ; ils peuvent être très importants (ex. : orage) et les prévisions les concernant sont souvent très approximatives et incertaines.

Les eaux usées domestiques

Elles sont constituées des eaux ménagères et des eaux vannes. Les eaux ménagères contiennent les résidus des opérations de cuisine, des soins de

propreté : toilette, lavage du linge, etc. Les eaux vannes proviennent des WC et sont chargées des matières excrémentielles. Les débits de ces eaux sont réguliers et prévisibles, même s'ils comportent des pointes journalières ou périodiques. Ils sont chiffrables avec une bonne approximation. Ces rejets constituent un effluent pollué et nocif. Les eaux ménagères, en plus des éléments minéraux, contiennent des matières organiques (graisses, savons, détergents, etc.) qui fermentent, ainsi que des microbes. Les eaux vannes contiennent une masse considérable de micro-organismes dont certains pourront être pathogènes. Elles entrent rapidement en putréfaction et dégagent des odeurs inacceptables dans une zone d'habitation moderne.

Les eaux industrielles

Elles proviennent des usines, ateliers et établissements agricoles. L'évacuation de ce type d'effluent nécessite dans chaque cas, une étude particulière ; il est possible, en effet, de rencontrer des situations très différenciées. Un traitement préalable est applicable dans la quasi-totalité des cas, ce qui permet d'obtenir un rejet dont les caractéristiques sont définies très précisément par des instructions et des circulaires. À titre indicatif, les prescriptions générales applicables à un rejet d'origine industrielle comprennent, notamment, les points suivants :

- la température de l'effluent est limitée à 35 °C ;
- le débit déversé devra être, le cas échéant, régularisé ;
- s'il y a risque de présence de matières inertes, l'effluent aura à subir une décantation ;
- l'effluent doit être débarrassé des matières flottantes ;
- l'effluent doit être traité pour obtenir un pH compris entre 5,5 et 8,5 ;
- l'effluent devra être débarrassé des huiles et des graisses ;
- l'effluent ne doit contenir aucun produit susceptible de dégager dans l'égout, directement ou indirectement, après mélange avec d'autres éléments, des gaz ou vapeurs toxiques ou inflammables.

2.4.1 - Caractéristiques des effluents

Les caractéristiques des effluents sont à considérer à trois points de vue :

- les caractères chimiques : les effluents contiennent des matières minérales et des matières organiques ;

- les caractères physiques : les matières contenues sont dissoutes, en suspension dispersée, en suspension sous forme de floculats ; elles sont plus ou moins “décantables” ;
- les caractères bactériologiques : les bactéries jouent un rôle essentiel dans la transformation en produits inoffensifs des matières putrescibles contenues dans les effluents.

2.4.2 - Prétraitement et traitement

Les opérations de prétraitement et de traitement consistent à transformer l’effluent en le débarrassant de ses matières en suspension et en transformant les matières putrescibles et polluantes en produits minéraux inoffensifs. Cela consiste à mettre en œuvre, selon les cas, tout ou partie des dispositions suivantes.

Prétraitement

Dégrillage : opération consistant, au moyen de grilles plus ou moins serrées et parfois de tamis, à retenir les matières volumineuses (de plus de 10 mm).

Dessablage : élimination des particules minérales de plus de 100 μm .

Dégraissage-déshuilage : opération de séparation liquide pour les huiles ; cette élimination s’effectue par écumage manuel et/ou mécanisé.

Dégrillage, dessablage, dégraissage-déshuilage constituent l’ensemble des opérations dites de prétraitement. Les eaux usées devront ensuite subir les opérations complémentaires suivantes.



Traitement primaire

Décantation : procédé physique de séparation liquide/solide utilisant la pesanteur, qui permet d’éliminer 50 à 60 % des matières en suspension “décantables” : matières minérales grenues, matières floculées en suspension et matières colloïdales. Dans le cas d’une décantation très poussée, on parle de sédimentation. Il est aussi possible, au moyen de procédés physico-chimiques faisant appel à des techniques de coagulation et de floculation, d’améliorer sensiblement la performance de la décantation ; on parle alors de décantation chimique. Enfin, des procédés de flottation sont applicables à

certains types d'effluents. Toutes ces opérations conduisent à la récupération de boues.

Élimination de la pollution organique

Après décantation, il faut encore assurer l'imputrescibilité des effluents grâce à la stabilisation des matières organiques carbonées. On met en œuvre des procédés biologiques (naturels ou artificiels), dont le principe repose sur l'application de deux phénomènes :

- la sédimentation partielle des matières en suspension qui conduit à la formation de boues ;
- l'activité biologique des très nombreuses bactéries qui se multiplient et consomment les matières organiques comme autant de substances nutritives.

Les procédés biologiques naturels comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage et la filtration par le sol. Les procédés biologiques artificiels permettent, sur des surfaces réduites, d'améliorer la transformation et donc, d'assurer une meilleure destruction des matières organiques. Trois grandes familles de procédés sont utilisées : les lits bactériens, les boues activées et la biofiltration accélérée. L'épuration classique, telle que définie ci-dessus, conduit à un abattement des germes pathogènes de l'ordre de 90 % mais n'apporte pas de solution satisfaisante à l'élimination de la pollution azotée et de la pollution phosphorée, au traitement des odeurs et à la désinfection des eaux. Il faut alors procéder à des traitements complémentaires.

Élimination de la pollution azotée

L'azote est un facteur de dégradation de l'environnement ; c'est un élément fertilisant mais sa présence en excès conduit à une eutrophisation du milieu. Les stations d'épuration qui ne visent que l'élimination de la pollution carbonée n'éliminent qu'une faible fraction de l'azote qui est utilisée pour la croissance de la biomasse épuratrice. Il peut donc être nécessaire de prévoir un traitement complémentaire, selon l'un des procédés suivants :

- technique physico-chimique par addition de chaux ;
- technique par échange d'ions ;
- technique biologique basée sur la filière de "nitrification-dénitrification".

Élimination de la pollution phosphorée

Les stations biologiques ont un rendement épuratoire faible pour le phosphore.

Si cet élément doit être éliminé, on fait appel à un traitement supplémentaire :

- technique physico-chimique par ajout de sels ferreux ou de chaux avec précipitation de phosphore ;
- techniques biologiques.





Chapitre

3

La conception d'un réseau collectif

- 3.1 - Les principaux documents de référence**
- 3.2 - La conception hydraulique**
- 3.3 - La conception mécanique**
- 3.4 - L'implantation des ouvrages de visite, de branchement ou d'inspection**
- 3.5 - La qualité de l'ouvrage**

3.1 - Les principaux documents de référence

3.1.1 - Les normes

NF P 11-300

Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières

NF P 98-331

Tranchées : ouverture, remblayage, réfection

NF EN 752-2

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

Partie 2 : Prescriptions de performances

NF EN 752-3

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

Partie 3 : Établissement de l'avant projet

NF EN 752-4

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

Partie 4 : Conception hydraulique et considérations liées à l'environnement.



3.1.2 - Les textes officiels

“Ouvrages d’assainissement”

Fascicule n° 70 (novembre 2003) du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG).

Titre I : Réseaux - Titre II : Ouvrages de recueil, de stockage et de restitution des eaux pluviales

Instruction technique relative aux réseaux d’assainissement des agglomérations

Circulaire interministérielle INT 77-284 du 22 juin 1977

La ville et son assainissement

Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l’eau
CERTU, octobre 2003

3.1.3 - Les ouvrages et publications

Les réseaux d’assainissement, calculs, applications, perspectives

Technique et documentation, 1997

R. Bourrier

Performances hydrauliques des canalisations d’assainissement

Publication technique du CERIB n° 119, 1998

F. Dutruel, D. Grisot

Campagne de mesures hydrauliques sur des réseaux d’assainissement en béton et en PVC

Publication du CERIB, référence DDE 24

La nouvelle méthode de dimensionnement mécanique des canalisations d’assainissement

Publication technique du CERIB n° 106

F. Dutruel, G. Degas

Essais préalables à la réception des réseaux d’assainissement

Guide de bonne pratique des essais d’étanchéité

FIB, Canaliseurs de France, SYNCRA, ASTEE, CIMBETON, CERIB

3.2 - La conception hydraulique

3.2.1 - Considérations d'ordre général

La conception hydraulique du réseau consiste dans un premier temps à évaluer le débit des effluents puis à dimensionner les ouvrages, en tenant compte des perspectives d'évolution de la collecte et du degré de protection contre les inondations.

Le concepteur s'appuie sur les textes suivants : les normes NF EN 752-2, NF EN 752-3, NF EN 752-4, l'Instruction Technique INT 77-284, l'ouvrage "La ville et son assainissement" du CERTU.

D'une manière générale, la conception hydraulique doit prendre en considération les critères suivants :

- protection contre la mise en pression (dans le cas d'un réseau gravitaire) et protection contre les inondations ;
- protection contre la pollution.

La conception du réseau doit en effet être telle que le milieu récepteur soit protégé contre le dépassement de sa capacité d'autoépuration. Elle doit prendre en considération les aspects physique, chimique, biochimique, bactériologique, visuel et olfactif.

La conception hydraulique constitue une étape clé puisqu'elle conditionne le bon fonctionnement du réseau, de manière durable. Ses objectifs principaux sont :

- **d'anticiper au mieux les éventuelles extensions du réseau en amont ;**
- **d'appliquer les conditions d'autocurage (vitesse minimale et donc pente minimale) permettant d'éviter les obstructions, la formation d'H₂S et leurs conséquences ;**
- **d'éviter les mises en charge et les débordements en assurant la protection du milieu contre la pollution selon sa sensibilité.**

3.2.2 - Calcul des débits d'eaux usées

3.2.2.1 - Eaux usées domestiques

Pour l'évaluation des débits maximaux, on se réfère à la consommation d'eau par habitant et par 24 heures correspondant aux plus fortes consommations journalières de l'année, estimées ou calculées à partir des volumes d'eau produits, déduction faite des pertes et des volumes d'eau destinés à d'autres usages. Il y a lieu aussi de considérer que l'eau consommée ne correspond pas en totalité à l'eau produite à cause des pertes de diverses natures (fuites des réservoirs et des canalisations) qui peuvent atteindre jusqu'à 30 % de la production.

En règle générale, il convient de tenir compte :

- de l'accroissement prévisible de la population sur la zone concernée (SDAU*, POS**);
- du développement probable de la consommation des usagers.

À défaut de disposer d'une information exacte, on peut admettre, compte tenu des débits parasites et des besoins publics courants, que le débit moyen journalier prévisible se situe dans une fourchette de 200 à 250 litres par habitant et par jour. Ainsi, compte tenu du nombre d'usagers raccordés en amont, il est possible d'estimer le débit moyen journalier Q_m *** à considérer en un point du réseau. Il convient aussi de tenir compte du fait qu'à certaines périodes de la journée, la consommation d'eau peut être beaucoup plus forte que celle correspondant au débit moyen. On applique alors un coefficient appelé coefficient de pointe P . La valeur de ce coefficient, qui peut atteindre 4 en partie amont du réseau, va en décroissant en aval, lorsque le nombre de raccordés augmente. Sa valeur peut être calculée à partir de la formule suivante, proposée dans l'Instruction Technique INT 77-284 :

$$P = a + \frac{b}{\sqrt{Q_m}}$$

dans laquelle, Q_m est exprimé en litres par seconde.

Les valeurs de a et de b sont prises respectivement égales à 1,5 et 2,5.

* Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

** Plan d'Occupation des Sols

*** Débit moyen journalier (journée de plus forte consommation au cours des années à venir)

3.2.2.2 - Eaux usées industrielles autorisées

L'évaluation des débits doit prendre en compte d'une part les industries existantes et d'autre part, celles qui s'installeront dans des parcelles déjà viabilisées. Pour ces dernières, l'estimation des débits est plus délicate car ils peuvent varier considérablement suivant la nature des activités, les processus utilisés, les recyclages éventuels. Lorsque le lotissement industriel n'est pas affecté a priori, il y a lieu de s'appuyer sur des valeurs moyennes de consommation d'eau dont les plus fréquentes se situent dans une fourchette de rejet de l'ordre de 30 à 60 m³ par jour par hectare loti (m³/j/haL).

On peut distinguer trois catégories :

- les zones d'entrepôts ou de haute technicité, avec des moyennes de 10 à 12 m³/j/haL ;
- les zones de petites industries et ateliers, avec des moyennes de 20 à 25 m³/j/haL ;
- les zones d'industries moyennes et lourdes, où les valeurs peuvent varier de 50 à 150 m³/j/haL.

Nota : Le coefficient de pointe calculé comme le rapport entre le débit de pointe horaire et le débit moyen horaire (calculé sur le nombre d'heures de travail) peut varier de 2 à 3.

3.2.3 - Calcul des débits d'eaux pluviales

3.2.3.1 - Principaux critères de dimensionnement

- La période de retour de l'événement pluvial

Les ouvrages d'assainissement doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations ou la mise en pression des réseaux. Le degré de protection à assurer est un compromis entre l'aspiration à une protection absolue qui est économiquement irréalisable compte tenu du caractère aléatoire des événements pluvieux, et le souci de limiter le coût de l'investissement. On est ainsi amené à apprécier le caractère plus ou moins exceptionnel des

orages par leur fréquence de dépassement F ou encore par leur période de retour $T = 1 / F$.

Le choix de la période de retour est effectué par l'autorité compétente (généralement le maître d'ouvrage) en fonction :

- du risque pour les riverains ;
- du risque pour l'environnement de l'ouvrage ;
- du risque pour l'ouvrage ;

en considérant que le degré de protection est d'autant plus élevé que la période de retour est longue.

Pour les petits projets et en l'absence de spécification de l'autorité compétente, il convient d'utiliser les critères du tableau ci-dessous extrait de la norme NF EN 752. Deux critères peuvent être choisis pour déterminer la période de retour : la prévention des inondations et/ou la mise en pression des réseaux qui conduisent à des périodes de retour différentes.

Tableau n° 1 : Périodes de retour recommandées		
Lieu	Période de retour de mise en pression du réseau en années	Période de retour d'inondation en années
Zones rurales	1	10
Zones résidentielles	2	20
Centres villes, zones industrielles ou commerciales		
	• avec contrôle d'inondation	2
• sans contrôle d'inondation	5	30
Métro, passages souterrains	10	50

À défaut de statistiques climatiques suffisamment complètes pour apprécier valablement l'intensité des précipitations exceptionnelles, l'Instruction Technique INT 77-284 propose, pour déterminer un ordre de grandeur du débit correspondant à une période de retour supérieure à 10 ans, de multiplier le débit de pointe de la période de retour 10 ans par un facteur f dont les valeurs sont les suivantes :

f	T
1,25	20 ans
1,60	50 ans
2,00	100 ans

- Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est fonction principalement du type d'occupation du terrain mais aussi de la nature des sols, de leur degré de saturation en eau, de la pente du terrain. A titre indicatif, des exemples de valeurs extraites de l'ouvrage "Les réseaux d'assainissement" de Régis Bourrier sont portées dans le tableau ci-après :

Tableau n° 2 : Coefficient de ruissellement "c" : en fonction du type d'occupation des sols	
Type d'occupation des sols	Coefficient de ruissellement "c"
Habitations très denses	0,90
Habitations denses	0,60 à 0,70
Quartiers résidentiels	0,20 à 0,50
Revêtements modulaires à joints larges	0,60
Zones cultivées	0,10 à 0,35
Zones boisées	0 à 0,15

- La pente moyenne du bassin versant

Il s'agit de la pente moyenne estimée de l'ensemble du bassin versant. Elle correspond au rapport entre le dénivelé du plus long parcours de l'eau et le plus long parcours de l'eau lui même.

3.2.3.2 - Calcul des débits d'eau pluviales

Les trois principales méthodes de calcul sont les suivantes :

- Méthode de la norme NF EN 752-4

En l'absence de méthode spécifiée par l'autorité compétente, la norme NF EN 752-4 propose pour les aires d'au plus 200 hectares la méthode suivante : le débit de pointe est donné par la formule :

$$Q = c i A$$

Avec :

Q (l/s) : débit de pointe

c : coefficient de ruissellement compris entre 0 et 1

i (l/s/ha) : intensité pluviale fonction de l'analyse des données pluviométriques locales

A (ha) : aire recevant la chute de pluie mesurée horizontalement

Des valeurs appropriées pour “c” sont indiquées dans le tableau n° 3 :

Tableau n° 3 : Valeur du coefficient de ruissellement en fonction de la nature de l'aire raccordée		
Nature de l'aire raccordée	Coefficient de ruissellement “c”	Commentaires
Aires imperméables et toits très pentus	0,9 à 1,0	En fonction du stockage dans les zones de dépression
Vastes toits plats	0,5	Au-delà de 10 000 m ²
Petits toits plats	1,0	Moins de 100 m ²
Aires perméables	0,0 à 0,3	En fonction de la pente du terrain et de son revêtement

Cette méthode très simplifiée nécessite néanmoins la connaissance de l'intensité pluviale pour le site concerné.

- Méthode de l'Instruction Technique INT 77-284

La méthode proposée s'applique aux bassins versants d'une surface comprise entre 0,1 et 200 ha et considère trois régions de pluviométrie homogène pour le territoire national. Elle consiste à appliquer une formule distincte par région et par période de retour.

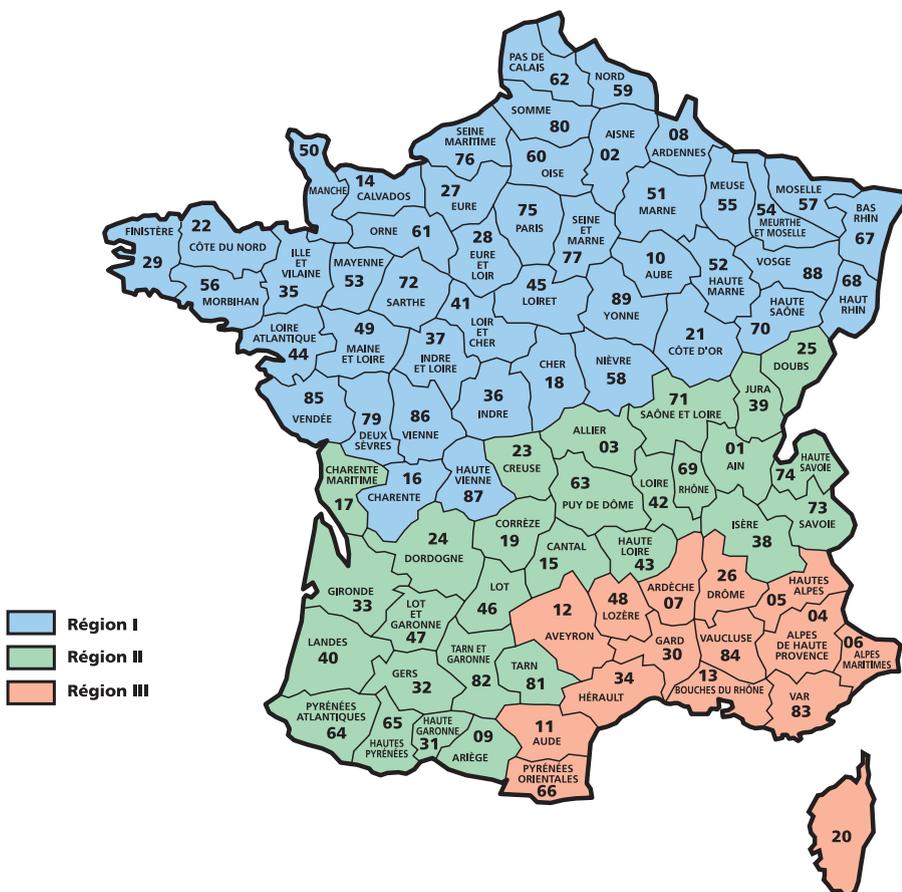


Figure 3 :
Carte des régions de pluviométrie homogène

Tableau n° 4 : Formules pour le calcul de Q selon l'INT 77-284

RÉGIONS	Périodes de retour T = 1/F	Formules superficielles en m³/s Q =			
I	10 ans	1,430	$I^{0,29}$	$c^{1,20}$	$A^{0,78}$
	5 ans	1,192	$I^{0,30}$	$c^{1,21}$	$A^{0,78}$
	2 ans	0,834	$I^{0,31}$	$c^{1,22}$	$A^{0,77}$
	1 an	0,682	$I^{0,32}$	$c^{1,23}$	$A^{0,77}$
II	10 ans	1,601	$I^{0,27}$	$c^{1,19}$	$A^{0,80}$
	5 ans	1,290	$I^{0,28}$	$c^{1,20}$	$A^{0,79}$
	2 ans	1,087	$I^{0,31}$	$c^{1,22}$	$A^{0,77}$
	1 an	0,780	$I^{0,31}$	$c^{1,22}$	$A^{0,77}$
III	10 ans	1,296	$I^{0,21}$	$c^{1,14}$	$A^{0,83}$
	5 ans	1,327	$I^{0,24}$	$c^{1,17}$	$A^{0,81}$
	2 ans	1,121	$I^{0,26}$	$c^{1,18}$	$A^{0,80}$
	1 an	0,804	$I^{0,26}$	$c^{1,18}$	$A^{0,80}$

Avec :

Q (m³/s) : débit de pointe

I (m/m) : pente moyenne du bassin versant

c : coefficient de ruissellement

A (ha) : aire exposée à la pluie

Exemple de calcul

Région I, période de retour (T = 10 ans), pente moyenne (I = 5 % soit 0,05 m/m), coefficient de ruissellement (c = 0,80) et aire exposée à la pluie (A = 2 ha).

Le calcul du débit Q s'effectue de la manière suivante :

$$Q = 1,430 \times 0,05^{0,29} \times 0,80^{1,20} \times 2^{0,78}$$

soit : **Q = 0,788 m³/s**

Nota : Pour des bassins complexes et/ou de grandes dimensions, on utilise des modèles de simulation numériques.

- Méthode des réservoirs linéaires

La méthode des réservoirs linéaires est reconnue comme étant la plus précise puisqu'elle prend en compte une distribution temporelle de l'intensité pluviale à partir d'une pluie de projet (ex. : intensité de pluie en forme de simple triangle en fonction du temps) ou d'une pluie réelle. De plus, contrairement aux méthodes précédemment évoquées, elle permet de tenir compte de l'effet réel de stockage du bassin versant. Sa mise en application nécessite une bonne connaissance de la pluviométrie locale et une modélisation informatique relativement simple à mettre en œuvre.

3.2.4 - Calcul de la section des canalisations

3.2.4.1 - Méthode de calcul hydraulique et paramètres de dimensionnement

La conception d'un réseau d'assainissement fait intervenir de multiples données liées, par exemple, à l'environnement et au choix des éléments constitutifs. Le concepteur d'un réseau d'assainissement détermine tout d'abord, pour les différentes mailles du réseau, les débits et les pentes, qui sont des contraintes du projet. Il calcule ensuite les diamètres (le plus souvent avec l'hypothèse d'une canalisation pleine) avant de sélectionner le matériau constitutif des tuyaux d'assainissement.

La norme NF EN 752-4 propose d'utiliser deux types de formules :

- Formule de Manning Strickler

$$V = K R^{2/3} I^{1/2} \quad \text{et} \quad Q = S.V$$

Avec :

- V** (m/s) : vitesse de l'effluent
- K** : coefficient global d'écoulement
- R** (m) : rayon hydraulique défini comme le rapport de la section d'écoulement au périmètre mouillé
- I** (m/m) : pente de la canalisation
- S** (m²) : section d'écoulement
- Q** (m³/s) : débit volumique de l'effluent



- Formule de Colebrook

$$V = -4 \sqrt{2gRI} \cdot \log_{10} \left[\frac{k}{14,84R} + \frac{2,51v}{8R \sqrt{2gRI}} \right] \quad \text{et} \quad Q = S.V$$

Avec :

V (m/s) : vitesse de l'effluent

g (m/s²) : accélération terrestre = 9,81

R (m) : rayon hydraulique défini comme le rapport de la section d'écoulement au périmètre mouillé

I (m/m) : pente de la canalisation

k (m) : rugosité équivalente de la canalisation (paramètre non mesurable)

v (m²/s) : viscosité cinématique de l'effluent (on admet en général 1,30.10⁻⁶ m²/s pour l'eau à 10 °C)

S (m²) : section d'écoulement

Q (m³/s) : débit de l'effluent

Les conditions d'établissement des réseaux d'assainissement conduisent généralement à étudier un écoulement qui se situe dans la zone de transition entre un écoulement turbulent lisse et un écoulement turbulent rugueux. Pour ce type d'écoulement, il faudrait tenir compte de la viscosité de l'effluent et de la rugosité des parois (par l'intermédiaire de K ou k et v).

Notons que la formule de Colebrook, d'un emploi plus délicat, est la seule à introduire directement les caractéristiques de l'effluent grâce à la viscosité v. Cependant, compte tenu de sa simplicité d'application, c'est la formule de Manning Strickler qui est le plus souvent utilisée. Les caractéristiques de l'effluent ainsi que le

L'attention du concepteur est attirée sur le fait que, lors de la détermination du diamètre d'une canalisation, seuls interviennent les paramètres suivants :

- le débit à véhiculer (en anticipant les éventuelles extensions du réseau en amont) ;
- la pente et les éventuelles pertes de charge singulières ;
- la nature de l'effluent.

Rappelons, en effet, que les pertes de charge dans les canalisations sont définies dans la norme NF EN 752-4 et qu'elles sont indépendantes de la nature du matériau utilisé.

régime d'écoulement seront donc implicitement pris en compte dans le paramètre K. Dans cette formule simplifiée, le coefficient global d'écoulement K intègre un grand nombre de paramètres et notamment :

- les caractéristiques des tuyaux et donc, la rugosité absolue des tuyaux en service*, le nombre de joints et la façon dont ils assurent la continuité géométrique de la canalisation, les diamètres intérieurs et leurs éventuelles déformations (ex. : ovalisation) ;
- la nature de l'effluent (ex. : eaux usées ou eaux pluviales), sa température, la quantité de matières solides véhiculées et les éventuels dépôts, l'air contenu ;
- la qualité de la pose et notamment, les changements de pente, voire les contre-pentes ou les désalignements, qui peuvent apparaître pendant la durée de vie de l'ouvrage ;
- les points singuliers du réseau tels que changements de direction éventuels (ex. : coudes) et la qualité des raccordements au niveau des regards et des branchements ;
- les taux de remplissage ;
- la qualité et la périodicité de l'entretien.

Le choix du concepteur réside donc principalement dans les coefficients K ou k. Il dispose à cet effet, de deux textes de référence :

- sur le plan réglementaire, l'Instruction Technique INT 77-284, qui ne fait pas de distinction explicite entre les différents matériaux ;
- la norme NF EN 752-4, établie par des experts de 18 pays européens, qui préconise le choix de valeurs comprises entre 70 et 90 pour K et entre 0,03 et 3 mm pour k, sans faire de distinction entre les matériaux.

Des incertitudes peuvent toutefois subsister dans l'esprit du concepteur, compte tenu du fait qu'il est possible de trouver dans la littérature technique générale quelques valeurs contradictoires. Les différentes valeurs de K correspondantes, basées quelquefois sur des essais anciens et/ou peu représentatifs (ex. : très petits diamètres, canalisations de fabrication très ancienne, canaux à ciel ouvert, éléments en maçonnerie, canalisations en charge, etc.), ont été reprises successivement par certains auteurs s'appuyant ou non sur des justifications expérimentales. Or, par souci de simplification, cette disparité dans les valeurs de K et de k est le plus souvent identifiée comme résultant essentiellement de la "rugosité". Une telle approche conduit à une

* La rugosité en service est différente de la rugosité initiale des tuyaux neufs. En effet, les parois se recouvrent très rapidement d'une pellicule grasse constituée d'une biomasse que l'on qualifie de biofilm.

exploitation commerciale par des fabricants de tuyaux qui attribuent à leurs produits et ce, de façon inexacte, des performances hydrauliques irréalistes. **Ce choix conduit à un sous-dimensionnement du réseau qui peut alors entraîner de très graves conséquences telles que des inondations.** Il semblait donc nécessaire, pour lever définitivement ces incertitudes, de rechercher des résultats expérimentaux nouveaux s'ils existaient et de les valider par une campagne d'essais.

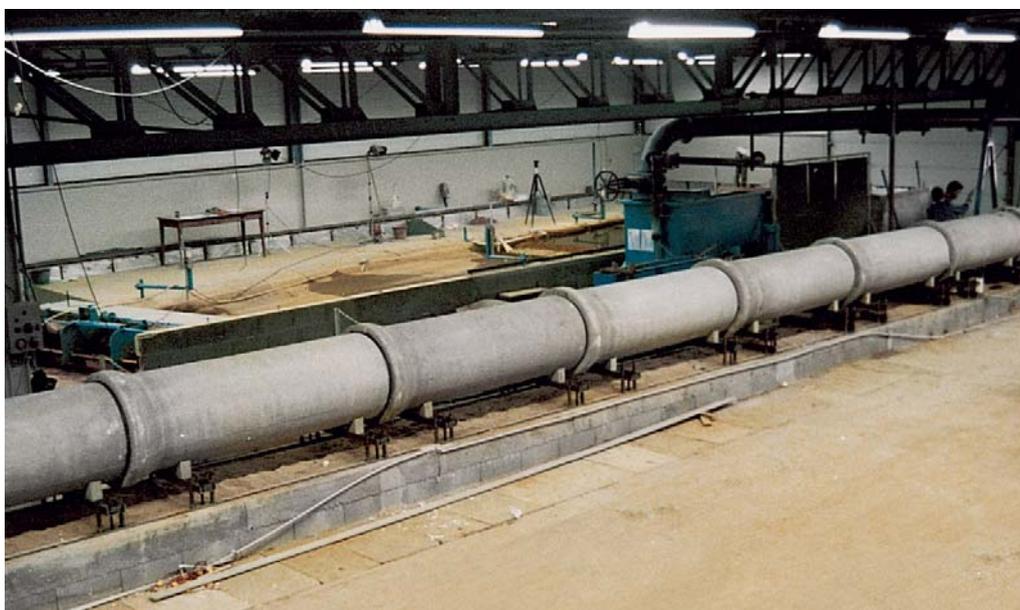
Résultats de l'étude menée par la Compagnie nationale du Rhône (CNR)

L'étude bibliographique réalisée préalablement à cette expérimentation fut délicate puisque, par souci d'objectivité, ne devaient être retenus que les résultats d'essais parfaitement comparatifs appliquant, pour des matériaux différents, un même protocole. Il semble qu'une seule étude récente, réalisée à l'université d'Alberta (Canada) par D.K. May, A.W. Peterson et N. Rajaratnam, permette une comparaison directe entre matériaux. Elle concerne des diamètres de canalisations inférieurs à 500 mm. Compte tenu d'une marge d'erreur annoncée de 10 % sur les résultats, les auteurs précisent qu'en dépit des différences de texture entre les tuyaux testés (PVC et béton), les coefficients K de Manning Strickler sont comparables. Les auteurs précisent par ailleurs, que leurs résultats sont en accord avec des essais plus anciens tels que ceux réalisés par Neale et Price (1964), par Bloodgood et Bell (1961) et enfin, par Straub.

Pour conforter ces résultats et notamment, ceux réalisés par l'université d'Alberta, il paraissait souhaitable d'entreprendre une nouvelle campagne expérimentale comparative avec des diamètres plus importants, qui correspondent à des sections couramment utilisées dans les réseaux. Ces essais ont été réalisés en 1996 par la Compagnie nationale du Rhône avec des canalisations présentant des rugosités apparentes réputées différentes : canalisations en béton et canalisations en PVC. Le choix s'est porté sur un diamètre inté-

rieur de 600 mm. C'est en effet, la seule gamme commerciale pour laquelle les diamètres intérieurs en béton et en PVC sont identiques. Ce choix a ainsi permis de s'affranchir du paramètre diamètre, qui selon certains auteurs, influence le coefficient K. Compte tenu des précautions prises quant à la qualité des mesures et aux conditions expérimentales, ces essais comparatifs démontrent que pour un taux de remplissage avoisinant les 93 % (taux qui correspond sensiblement au débit maximal pour une section circulaire), le débit dans les canalisations en béton est quasiment identique à celui transitant dans les canalisations en PVC : les coefficients K calculés sont en effet de 94 ± 3 pour le PVC et de $93,4 \pm 1,9$ pour le béton.

La convergence des textes réglementaires et normatifs (Instruction Technique INT 77-284 et norme NF EN 752-4) ainsi que les résultats des essais récents réalisés par l'université d'Alberta (Canada) et par la Compagnie nationale du Rhône, confirment donc qu'il est injustifié de relier le choix d'une valeur de coefficient d'écoulement à celui du matériau constitutif des canalisations courantes actuelles. Rappelons que l'étude expérimentale réalisée par la CNR portait essentiellement sur l'évaluation du coefficient K de Manning Strickler. Toutefois, l'analyse des résultats a permis de préciser la valeur du coefficient k de Colebrook correspondant. Ainsi, dans les conditions d'essai retenues, pour le débit maximal, la valeur du coefficient de rugosité équivalente k est de l'ordre de 0,2 mm quel que soit le matériau.



Etude expérimentale réalisée par la CNR

Il convient par ailleurs, de souligner que le concepteur qui doit choisir le coefficient global de perte de charge est incité à la prudence par l'Instruction Technique INT 77-284, en particulier dans les zones fortement urbanisées et dépourvues de relief. En fait, le concepteur doit intégrer toutes les incertitudes relatives à la réalité du projet (qualité de la pose, évolution du sol, nature des effluents, etc.) et anticiper l'évolution du réseau (extensions, branchements futurs). Le coefficient de sécurité à prendre en compte justifie alors les valeurs de la norme NF EN 752-4 qui correspondent à une minoration que l'on estime en général comprise entre 5 et 20 % par rapport aux valeurs expérimentales obtenues.

Cette recommandation est confortée par les résultats obtenus dans le cadre d'une comparaison des performances hydrauliques en service de canalisations en béton et en PVC (Publication technique du CERIB, réf. DDE 24). Il s'agissait de mesurer les performances hydrauliques de canalisations d'assainissement en service, constituées de matériaux différents (en béton et en PVC), afin de déterminer l'influence éventuelle de la nature du matériau sur la performance de l'écoulement. Les mesures qui ont été réalisées par la SAFE-GE ont porté sur des canalisations de diamètre 400 mm posées en 1994. L'évaluation de la performance hydraulique s'est effectuée au moyen du coefficient K de Manning Strickler. Les mesures ont été réalisées sur deux sites :

- site de Trignac - 44 (canalisation en PVC)
- site de Jouha - 44 (canalisation en béton).

Une inspection télévisée préalable a démontré que les deux réseaux étaient en très bon état (aucune anomalie hydraulique ou structurelle). Les valeurs de K obtenues d'une part, sur le site de Trignac et d'autre part, sur le site de Jouha, ne présentent aucun écart significatif. Ces valeurs sont en effet comprises entre 45 à 75 pour le béton et entre 50 et 75 pour le PVC.

3.2.4.2 - Vitesses limites

Protection contre la septicité

L'émanation d'hydrogène sulfuré (H_2S) a pour origine, les composants soufrés contenus dans les effluents qui sont décomposés, par les bactéries présentes dans le réseau, en sulfure puis en H_2S lorsqu'il n'y a pas assez d'oxygène (ex. : réseau en refoulement, temps de séjour trop important, etc.).

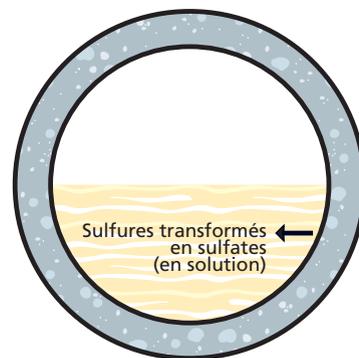
Les eaux résiduaires domestiques contiennent en effet, de nombreux composés soufrés qui sont essentiellement des sulfates ou des sulfonates (issus des produits détergents).

Dans le cas d'un effluent aéré (ex. : $O_2 > 1 \text{ mg/l}$), les sulfures diffusent du biofilm vers l'effluent et sont oxydés en sulfates grâce à l'oxygène dissous contenu dans l'effluent. Ils se retrouvent donc en solution sous forme de sulfates et il n'y a pas production d'hydrogène sulfuré (cas 1).

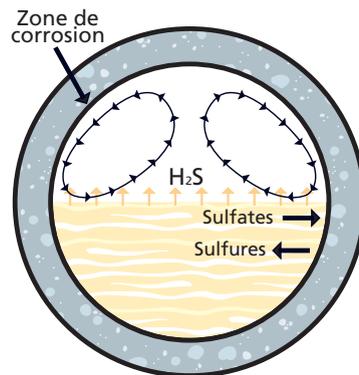
Dans le cas d'un effluent pauvre en oxygène (ex. : $O_2 < 0,1 \text{ mg/l}$), les sulfures ne sont pas tous oxydés en sulfates et l'augmentation de leur concentration conduit à la formation d' H_2S . Installées sur les parois internes des canalisations dans les zones où il y a condensation (notamment aux débouchés de refoulement), d'autres bactéries, les sulfato-bactéries, consomment l'hydrogène sulfuré pour leur métabolisme et l'oxydent sous forme d'acide sulfurique H_2SO_4 . À ce stade, le pH peut atteindre exceptionnellement des valeurs proches de zéro (cas 2).

En dehors des risques de dégradation des ouvrages (canalisations, installations de pompage, stations d'épuration, etc.), la présence d' H_2S dans les réseaux d'assainissement présente de réelles nuisances : odeur très désagréable pour les riverains mais surtout, risques d'intoxication et d'asphyxie pour le personnel d'inspection et d'entretien des installations. L'hydrogène sulfuré (H_2S) est en effet un gaz malodorant (odeur d'œuf pourri) qui peut entraîner des problèmes pulmonaires et digestifs en cas d'exposition prolongée dans un environnement de 10 à 20 ppm et même la mort à des concentrations de l'ordre de 500 ppm. De plus, il est explosif à partir d'une concentration de 4 % en volume dans l'air.

Dans tous les cas et ce, quelle que soit la nature des matériaux constitutifs du réseau, le maître d'ouvrage doit intervenir au niveau de la conception même du réseau (station



Cas 1 : $O_2 > 1 \text{ mg/l}$



Cas 2 : $O_2 < 0,1 \text{ mg/l}$

Figure 4 :
Principe de formation de l' H_2S

de relèvement, réduction du temps de séjour de l'effluent, ventilation, etc.) pour éviter la gêne des riverains et la détérioration des ouvrages en aval qui peut être très rapide (ex. : station d'épuration).

Au niveau des effluents, il existe plusieurs techniques éprouvées permettant de réduire la production de sulfures : un apport d'air, voire d'eau oxygénée, pour augmenter la quantité d'oxygène dissous, ou un traitement chimique à base de sulfate ferreux, de chlorure ferrique ou de chlorosulfate ferrique, sont parmi les plus pratiquées.

Autocurage

La norme NF EN 752-4 précise que dans les petits branchements (diamètre < 300 mm), la vitesse d'autocurage peut être en général atteinte en s'assurant que l'on a bien prévu, soit une vitesse de l'effluent d'au moins 0,7 m/s une fois par jour, soit une pente minimale de 1/DN.

L'Instruction Technique INT 77-284 fait une distinction en fonction du type de réseau. Elle précise que :

- dans les systèmes unitaires, les conditions d'autocurage sont réalisées avec des vitesses à pleine section de l'ordre de 1 m/s ;
- dans les réseaux d'eaux pluviales, les conditions liées à la septicité sont moins sévères, les pentes limites peuvent alors être plus faibles.

L'apparition d'hydrogène sulfureux (H₂S) dans les réseaux d'assainissement est un phénomène contre lequel il y a lieu de se protéger à plusieurs titres :

- **ce gaz est malodorant pour les riverains et dangereux pour les exploitants des réseaux ;**
- **il se manifeste par des phénomènes de corrosion sur les canalisations, sur les installations de pompage et sur les stations d'épuration.**

Le concepteur doit donc prendre en considération, le temps de séjour de l'effluent, la vitesse et les conditions des turbulences, la ventilation du réseau, la présence de sulfates, etc., voire envisager la mise en place de stations de relèvement. Des solutions curatives existent pour le traitement de l'effluent (oxygène, sulfate ferreux, etc.).

Risques d'érosion

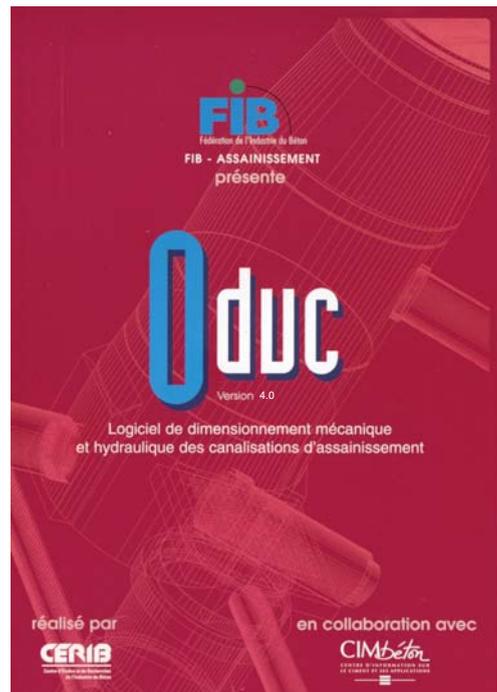
Dans les systèmes unitaires et les réseaux d'eaux pluviales, la vitesse de l'effluent doit être limitée pour préserver la sécurité du personnel d'exploitation et pour éviter les risques d'érosion prématurée. Une vitesse de l'effluent de l'ordre de 10 m/s est généralement considérée comme une limite supérieure. Une compacité élevée (ex. : tuyaux en BHP*), voire des revêtements de surface intérieurs à base de résine époxy par exemple, permettent d'améliorer sensiblement la résistance à l'érosion. Le cas échéant, des mesures visant à réduire la vitesse de l'effluent peuvent être envisagées (ex. : regards de chute accompagnée).

3.2.4.3 - Outils de calcul

Des logiciels tels que le logiciel de calcul "Oduc V4", développé par le CERIB, permettent de déterminer d'une part, le débit des eaux de ruissellement à l'aval d'un bassin versant et d'autre part, le diamètre convenable en fonction de la pente, du taux de remplissage et du débit. Il permet également de déterminer le volume des réservoirs de stockage/restitution.

Le calcul du bassin versant est effectué par ce logiciel selon les trois méthodes suivantes :

- méthode de la norme NF EN 752-4 ;
- méthode de l'Instruction Technique INT 77-284 ;
- méthode des réservoirs linéaires.



Logiciel Oduc

Le calcul des canalisations applique la formule de Manning Strickler, conformément à la norme NF EN 752-4.

*Béton à Hautes Performances

3.3 - La conception mécanique

Les canalisations d'assainissement, qui sont le plus souvent enterrées, sont soumises en service à un grand nombre d'actions d'ordre mécanique : poids propre, poids de l'effluent, charge due au remblai, charges de surface, etc. Le dimensionnement mécanique consiste, d'une manière générale, à choisir la classe de résistance des canalisations ou l'ovalisation maximale et les conditions de mise en œuvre appropriées conférant à l'ouvrage la pérennité souhaitée.



Essai de résistance mécanique



La méthode de calcul du fascicule n° 70 s'est affinée au fil des versions successives. Les principales évolutions de la version 2003, par rapport à la version 1992, portent sur les points suivants :

- données géotechniques mieux précisées grâce à l'apport de l'étude géotechnique préalable rendue obligatoire et à la charge du maître d'ouvrage ;
- caractéristiques des sols mieux définies et rendues homogènes avec la norme NF P 98-331 et apparition du niveau de densification q_4 (95 % de l'OPN Optimum Proctor Normal) ;
- introduction d'une loi de variation linéaire entre le module du sol en place et le module du matériau d'enrobage de la canalisation ;
- introduction de nouveaux types de canalisations : béton fibré acier, polyéthylène, plastique renforcé verre et polypropylène ;
- introduction de nouveaux matériaux de remblaiement : gravette et matériaux autocompactants liés ;
- augmentation des largeurs minimales de tranchée afin, d'une part, d'améliorer les conditions de travail des poseurs et d'autre part, de faciliter les conditions d'atteinte des objectifs de compacité.

Le comportement mécanique à long terme d'une canalisation enterrée résulte de sa résistance propre et de l'évolution éventuelle de son environnement géotechnique. Le respect des points suivants est donc primordial :

- **une bonne connaissance des sols en place et des paramètres correspondants (résultats de l'étude géotechnique) ;**
- **un choix réaliste des paramètres de calcul tenant compte des réalités du chantier (matériaux d'enrobage, charges d'exploitation, conditions de retrait du blindage, conditions de compactage, etc.) ;**
- **la prise en compte des charges d'exploitation et des charges exceptionnelles de chantier ;**
- **l'anticipation des éventuelles augmentations de la hauteur du remblai.**

3.3.1 - Études géotechniques préalables

Tenant compte du fait que le comportement à long terme d'un ouvrage enterré est directement lié au comportement de son environnement géotechnique et en particulier, à la stabilité du sol de fondation, on conçoit l'importance que revêtent les études géotechniques préalables. En effet, les désordres constatés sur les réseaux sont souvent dus aux mouvements du sol environnant, à des évolutions (ex. : tassements) ou à des caractéristiques du sol mal appréhendées.

C'est pour répondre à cette préoccupation que le nouveau fascicule 70 impose au maître d'ouvrage de faire réaliser une étude géotechnique préalable à l'étude du projet. Au stade d'un projet, l'évaluation de la résistance du sol de fondation et de l'amplitude des tassements potentiels par remaniement du sol sous le fond de fouille et par consolidation est nécessaire afin d'éviter les désordres structurels (contre-pentes, déboîtements, etc.) et par suite, les pertes d'étanchéité. Les risques correspondants sont particulièrement sensibles en présence d'une nappe phréatique, dans le cas des alluvions fines compressibles (limons, sables, argiles, marnes) et dans le cas des sols de résistance moyenne (craie, sables fins). Dans tous les cas, une étude géotechnique de phase 1 au sens du fascicule n° 70 est le minimum nécessaire.

Les trois phases d'une étude géotechnique au sens du fascicule n° 70 sont les suivantes :

PHASE 1 :

La première phase consiste en une approche globale du site basée sur les cartes géologiques, l'expérience antérieure, les dossiers archivés, les enquêtes, les levés de terrain, etc. A ce stade, il n'est pas prévu de reconnaissance in situ sauf, éventuellement, en complément, par quelques sondages à la pelle mécanique. Dans la majorité des cas, l'étude se limite à cette phase et doit être en mesure, dès ce stade, d'interpréter les résultats et d'apporter des réponses positives aux différentes questions qui figurent dans le contenu de l'étude, à savoir : absence de risque de tassement préjudiciable, utilisation de la méthode d'exécution usuelle, absence de difficulté de terrassement et réutilisation possible des déblais.

Au-delà d'un certain degré de difficulté (essentiellement en présence d'eau), les risques et les contraintes géotechniques sont tels qu'ils ne peuvent être appréciés sans passer par des investigations et des mesures directes, in situ, des caractéristiques géotechniques. Dans ce cas, la phase 1 constitue une phase préliminaire de l'étude et se conclut par la nécessité d'engager la phase 2.

PHASE 2 :

La phase 2 consiste à effectuer une reconnaissance à partir des techniques géophysiques, de sondages, d'essais in situ et d'essais de laboratoire et à l'interpréter de façon à ce que le contenu de l'étude ait les mêmes objectifs que précédemment.

Associée à la phase 1, la phase 2 marque la fin de l'étude géotechnique dans le cas général.

PHASE 3 :

Elle est réservée au traitement de problèmes spécifiques ou de risques peu fréquents, ce qui nécessite des moyens et des méthodes particulières. A titre d'exemple, on peut citer le dimensionnement d'un rabattement par puits drainants, la localisation précise de cavités souterraines, la caractérisation de la résistance de sols rocheux, etc.

L'examen des données géotechniques issues des phases 1, 2 ou 3 peut, dans certains cas, amener le maître d'ouvrage à intervenir au niveau des points suivants :

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

3.3.2 - Principe du calcul mécanique et exemples de calculs

La méthode de calcul est définie dans le fascicule n° 70 du CCTG. Elle s'applique aux canalisations en béton, béton armé, béton fibré acier, fonte, PVC, grès, polyéthylène, plastique renforcé verre, thermoplastique à paroi structurée et polypropylène :

- qui sont mises en œuvre de façon traditionnelle dans des tranchées ou sous remblai, sur un lit de pose continu ;
- qui sont enterrées à des hauteurs de couverture sous chaussée supérieures ou égales à 0,80 m ;
- qui entrent dans un réseau à écoulement gravitaire, la pression hydraulique ne dépassant pas 4 m d'eau (0,04 MPa) ou, à défaut, la pression d'épreuve étant limitée au débordement des regards conformément à la norme NF EN 1610 ;
- pour lesquelles la température des effluents transportés est réputée conforme à celle fixée par l'Instruction Technique INT 77-284, soit inférieure à 35 °C.

L'organigramme général de la méthode de calcul est le suivant :



Le calcul des actions dues au remblai s'effectue selon la théorie de Marston. Cette théorie suppose qu'il existe au sein du remblai des "plans de glissement" le long desquels apparaissent des forces de frottement qui augmentent ou réduisent la charge sur la canalisation selon leur direction et leur intensité. Ces forces de frottement sont liées d'une part, au type de pose (voir figures 5 et 6) et d'autre part, à la rigidité de la canalisation.

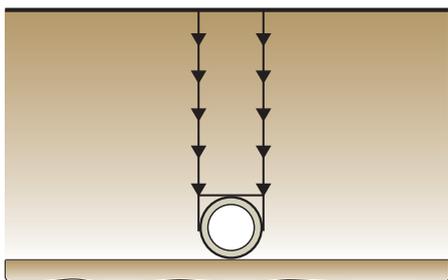


Figure 5 :
Pose en remblai indéfini
(cas d'une canalisation en béton)

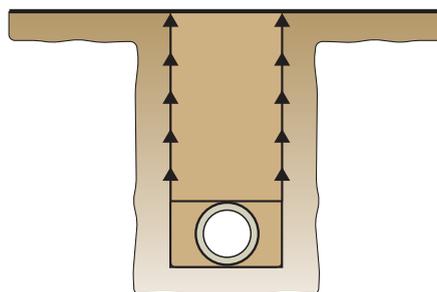


Figure 6 :
Pose en tranchée étroite
(cas d'une canalisation en béton)

La connaissance de la position des plans de frottement, de la direction de ces frottements et l'écriture de l'équilibre mécanique du milieu constitué par la canalisation et le sol environnant, permettent alors de calculer la pression p_r sur la canalisation, qui s'exprime de la manière suivante :

$$p_r = C \gamma H \text{ (en kN/m}^2\text{)}$$

Avec :

γ (kN/m³) : poids volumique du remblai

H (m) : hauteur de remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation

C : coefficient de concentration, appelé coefficient de Marston, qui prend en compte l'influence des frottements sur la pression p_r

Le calcul de l'action due aux charges roulantes s'effectue selon la théorie de Fröhlich en considérant soit l'effet du convoi Bc (convoi de camions de 30 t) défini par le fascicule n° 61 du CCTG "Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art", soit les charges définies dans l'Eurocode 1 "Actions sur les structures". Les coefficients de majoration, tenant compte des effets dynamiques, sont issus de travaux expérimentaux réalisés en vraie grandeur par le CERIB et repris par la réglementation française.



**Tranchée
Pose de tuyaux d'assainissement en béton
dans une tranchée blindée**

Le modèle de calcul des sollicitations prend en compte les effets de second ordre (phénomène de flambement). Dans cette approche, le sol est supposé élastique et modélisé par une infinité de ressorts appliqués normalement à la paroi du tuyau (hypothèse de Winkler). Sous certaines conditions de chargement (profondeur importante, nappe phréatique, etc.) et en fonction de la rigidité de la canalisation concernée, il existe une pression extérieure critique au-delà de laquelle apparaît une instabilité de forme appelée "flambement".

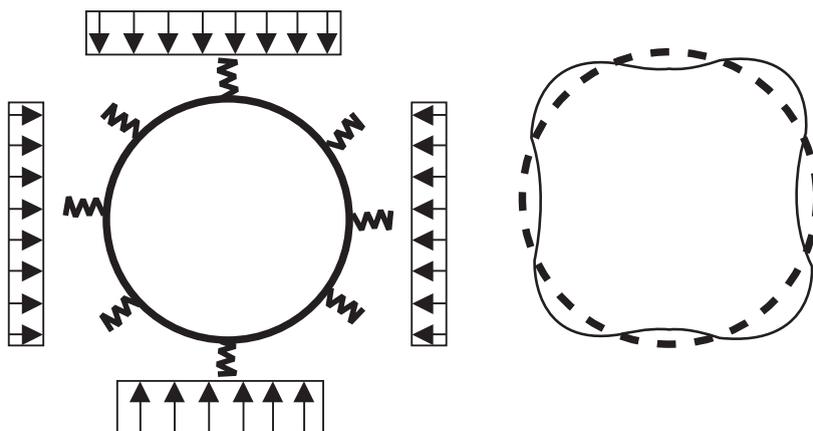


Figure 7 :

Modèle de Winkler et schéma de flambement d'une canalisation flexible

Le phénomène apparaît en particulier dans le cas des canalisations à comportement flexible. Il se traduit par un fort accroissement des contraintes dans la paroi de la canalisation au droit des ondes.

La vérification de la sécurité d'emploi fait appel aux notions d'états limites (états limites de service et états limites ultimes).

La méthode appliquée tient compte notamment :

- du comportement rigide ou flexible de la canalisation ;
- de la nature et des caractéristiques des matériaux de remblai et du sol environnant ;
- de la qualité du compactage dans la zone d'enrobage ;
- de la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- des conditions d'exécution de la tranchée, du type de blindage et de ses conditions de retrait.

D'une manière générale et conformément aux souhaits de ses auteurs, cette méthode tend à privilégier les bonnes conditions d'exécution des travaux et à pénaliser les mauvaises conditions, comme en témoignent les exemples d'application traités dans les paragraphes suivants.

3.3.2.1 - Influence de la nature du sol constituant l'enrobage

La méthode de calcul du fascicule n° 70 distingue différents groupes de sols par référence à la norme NF P 11-300 "Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières". L'exemple traité ci-après met particulièrement en évidence l'influence du choix du matériau d'enrobage sur les résultats. Il montre aussi que cette influence est d'autant plus grande que la canalisation est plus flexible.

Exemple de l'influence de la nature de l'enrobage

Canalisation de diamètre 500 mm, posée sous remblai indéfini, compacté contrôlé et non validé, sans charge roulante, avec une hauteur de remblai de 3 m.

Nota : les critères de dimensionnement sont :

- Fr (résistance à la rupture garantie exigible) pour les canalisations à comportement rigide ;
- Ov (ovalisation à court terme) pour les canalisations à comportement flexible.

	Sol de groupe 1	Sol de groupe 4	Ecart
Cas d'une canalisation en béton armé	Fr = 28,6 kN/m	Fr = 48,6 kN/m	+ 70 %
Cas d'une canalisation flexible (CR8)	Ov = 1,29 %	Ov = 4,52 %	+ 250 %

CR : classe de rigidité

Ce paramètre caractérise la rigidité des canalisations flexibles.

CR 8 correspond à une classe de rigidité de 8 kN/m².

3.3.2.2 - Influence des conditions de compactage

Quatre niveaux de qualité de compactage sont considérés dans le fascicule n° 70 :

- n° 1 : mise en place non contrôlée.
- n° 2 : compacté, contrôlé et non validé
- n° 3 : compacté, contrôlé et validé q5* (90% de l'OPN en moyenne)
- n° 4 : compacté, contrôlé et validé q4* (95% de l'OPN en moyenne)

*q4 et q5 sont des niveaux de densification définis dans la norme NF P 98 331.

Cet exemple met en évidence l'influence déterminante (principalement pour les canalisations flexibles) du niveau de densification de la zone d'enrobage de la canalisation.



Compactage

Exemple de l'influence de la qualité du compactage sur les résultats

Canalisation de diamètre 500 mm, posée sous remblai indéfini (sol de groupe 3), sans charge roulante, avec une hauteur de couverture de 3 m.

Qualité du compactage	n° 3	n° 1	Ecart
Cas d'une canalisation en béton armé	Fr = 24,7 kN/m	Fr = 35,09 kN/m	+ 42 %
Cas d'une canalisation flexible (CR8)	Ov = 1,00 %	Ov = 2,66 %	+ 166 %

Afin de préserver la sécurité des opérateurs et de faciliter les opérations de compactage, la version 2003 du fascicule n° 70, en accord avec la norme NF EN 1610, prévoit des largeurs minimales de tranchées supérieures à celles de la version de 1992. De plus, ces valeurs minimales tiennent compte du type de blindage. Il convient de souligner que le respect sur chantier des largeurs de tranchées prescrites au CCTP est impératif. En effet, la charge due au poids du remblai est fonction de la largeur de tranchée.

3.3.2.3 - Influence de la présence d'une nappe phréatique

La présence d'une nappe phréatique dans l'environnement de la canalisation conduit à une décompression du remblai dont l'influence se révèle déterminante, particulièrement dans le cas des canalisations à comportement flexible.

Exemple de l'influence de la nappe phréatique

Canalisation de diamètre 500 mm, posée sous remblai indéfini (sol de groupe 3), compacté, contrôlé et validé, sans charge roulante, avec une hauteur de couverture égale à 3 m.

	Sans nappe	Avec nappe	Ecart
Cas d'une canalisation en béton armé	Fr = 24,7 kN/m	Fr = 24,9 kN/m	+ 1 %
Cas d'une canalisation flexible (CR8)	Ov = 1,00 %	Ov = 1,30 %	+ 30 %

3.3.2.4 - Influence des conditions de retrait du blindage dans le cas d'une pose en tranchée

Le retrait brutal (en une seule phase) des blindages après remblaiement total de la tranchée peut avoir des conséquences graves pour la canalisation, puisque cette opération conduit à une décompression de l'assise de la canalisation et du remblai, ainsi qu'à une détérioration des conditions de frottement du remblai sur les parois de la tranchée.

Le fascicule n° 70 distingue trois conditions de retrait de blindage :

- condition 1 : relèvement du blindage puis compactage d'une couche (solution recommandée) ;
- condition 2 : compactage d'une couche puis relèvement du blindage ;
- condition 3 : remblaiement total puis enlèvement du blindage (solution déconseillée).

Exemple de l'influence des conditions de retrait des blindages sur les résultats

Canalisation de diamètre 500 mm, posée en tranchée (largeur 1,40 m), remblai compacté contrôlé et validé (sol de groupe 3), sans charge roulante, avec une hauteur de couverture de 3 m.

Retrait du blindage	Condition 1	Condition 3	Ecart
Cas d'une canalisation en béton armé	Fr = 24,7 kN/m	Fr = 43,5 kN/m	+ 76 %
Cas d'une canalisation flexible (CR8)	Ov = 1,00 %	Ov = 2,19 %	+ 119 %

Il apparaît que la sensibilité aux paramètres de mise en œuvre est très forte, en particulier dans le cas des canalisations à comportement flexible. Aussi, il convient d'attirer l'attention du bureau d'étude sur l'importance du choix des hypothèses. En cas de doute sur telle ou telle hypothèse, le projeteur devra orienter son choix sur l'hypothèse conduisant à la plus grande sécurité pour la canalisation. De plus, lors de l'exécution des travaux, il conviendra de veiller particulièrement au respect des hypothèses de calcul.



Blindages

3.3.3 - Normalisation européenne de la méthode de calcul mécanique

Des travaux européens traités dans le cadre du Comité Européen de Normalisation (CEN) et des Comités Techniques 164 et 165 par le groupe de travail JWG1/TG1 "Calcul statique des tuyaux" ont abouti à l'édition d'un rapport technique (CEN technical report). Ce document, qui n'a pas de valeur normative, présente deux méthodes de calcul :

- la première (option 1), basée sur la méthode allemande de l'ATV 127, mais intégrant des modifications issues d'un groupe composé d'experts allemands et autrichiens ;
- la seconde (option 2), basée sur la méthode française du fascicule n° 70, version 1992, mais intégrant des modifications liées notamment aux charges roulantes à prendre en compte.

La méthode de calcul à appliquer en France est celle développée dans le fascicule n° 70 du CCTG.

3.3.4 - Cas de poses particulières

Ces cas de poses, qui n'entrent pas directement dans le champ d'application de la méthode de calcul du fascicule n° 70, doivent faire l'objet d'un dimensionnement spécifique. Pour chacun des cas de poses particulières, le CERIB, s'appuyant sur ses nombreux travaux théoriques et expérimentaux, propose aux concepteurs des méthodes de calcul adaptées pour les canalisations en béton, en béton armé et en béton fibré acier. Le logiciel "Oduc", diffusé gratuitement par le CERIB, permet en effet de traiter ces cas délicats de manière aussi aisée que les cas courants. Les bureaux d'étude, en effet, sont de plus en plus fréquemment confrontés à des cas de poses particulières (ex. : tranchées asymétriques) et/ou à des cas pour lesquels les canalisations de classes de résistance courantes ne conviennent pas. Ces derniers cas correspondent par exemple, à de grandes hauteurs de remblai variables dans le temps (ex. : décharges), à des charges de surface exceptionnelles ou à des canalisations posées à de faibles profondeurs et pour lesquelles, l'influence des surcharges est considérable.

3.3.4.1 - Cas des tranchées asymétriques

Ce cas de pose est souvent rencontré dans les systèmes séparatifs. Les deux canalisations sont en général à des niveaux différents. Les cas les plus fréquents correspondent à une tranchée asymétrique dans laquelle la canalisation de plus gros diamètre, dédiée aux eaux pluviales, est disposée sur une banquette située au-dessus d'une canalisation de diamètre plus faible, destinée aux eaux usées.

Dans ce type de pose, il convient de veiller particulièrement à la distance minimale R (revanche) entre la canalisation supérieure et le bord de la tranchée inférieure, afin d'assurer la stabilité de la banquette. Cette distance est notamment fonction de la nature du sol en place et du diamètre de la canalisation.

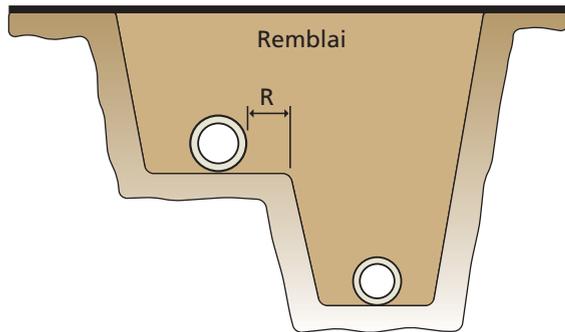


Figure 8 : Pose en tranchée asymétrique

3.3.4.2 - Cas des grandes hauteurs de remblai

Pose dans une dépression

Ce cas de pose peut se rencontrer notamment dans les travaux routiers. Il permet de diminuer les charges du remblai sur la canalisation par rapport à une pose sous remblai classique.

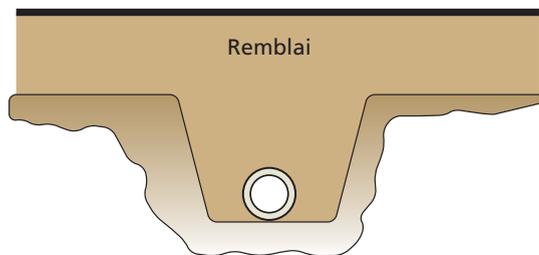


Figure 9 : Pose dans une dépression

Pose en dépression avec interposition d'un matériau souple

Dans un remblai indéfini, la présence d'une canalisation rigide induit des tassements dans le remblai adjacent (3 et 4), supérieurs aux tassements du prisme 1 surplombant la canalisation. Cette différence de tassement fait apparaître dans les plans verticaux tangents à la canalisation, des forces de frottement dirigées vers le bas qui constituent une surcharge pour la canalisation. L'interposition d'un matériau souple (ex : polystyrène expansé) permet d'inverser le sens des forces de frottement et de réduire de 20 à 50 % la charge verticale due au remblai (voir figure 10).

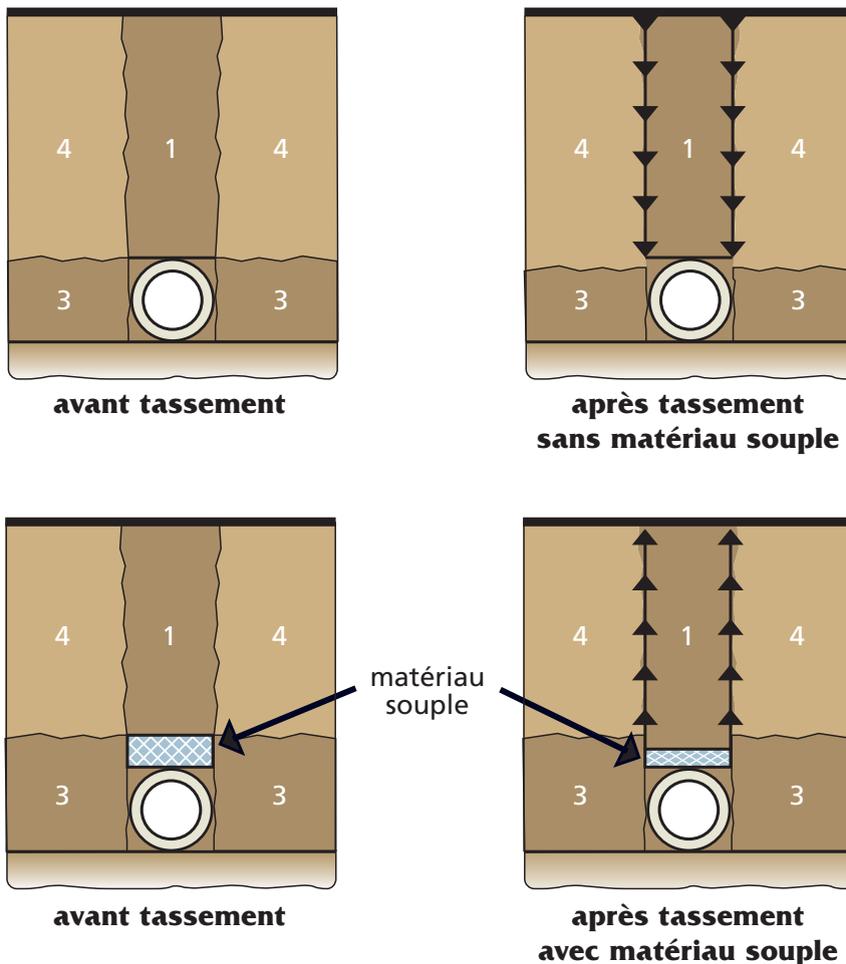


Figure 10 : Pose en remblai indéfini avec interposition d'un matériau souple

Pose sur berceau ou sous voûte

La pose sur berceau ou sous voûte en béton armé permet de limiter les moments d'ovalisation s'exerçant sur la canalisation sous l'effet des charges verticales.

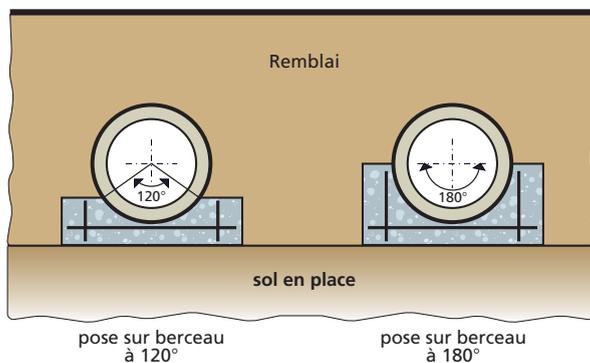


Figure 11 : Pose sur berceau en béton armé

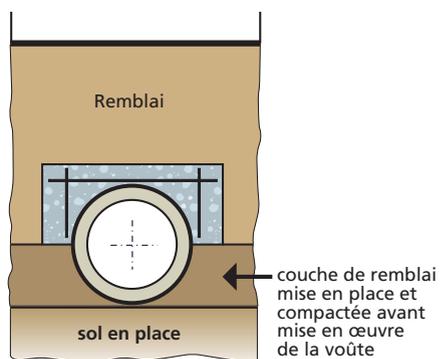


Figure 12 : Pose sous voûte en béton armé

3.4 - L'implantation des ouvrages de visite, de branchement ou d'inspection

(Cf. fascicule n° 70 du CCTG)

La norme NF EN 476 et le fascicule n° 70, précisent les dimensions applicables aux regards de visite et aux boîtes de branchement ou d'inspection :

- $DN / ID \geq 1000$: regards visitables pour nettoyage et inspection (regards accessibles par le personnel pour tous les travaux d'entretien).
- $800 \leq DN / ID < 1000$: regards avec accès pour nettoyage et inspection (possibilité occasionnelle d'accès à une personne équipée d'un harnais).
- $DN / ID < 800$: boîtes de branchement ou d'inspection (introduction de matériel de nettoyage, d'inspection et d'essai mais ne permettant pas l'accès du personnel). La mise en place de ces dispositifs sur canalisation principale est réservée à des cas particuliers (encombrement...).



Regard de visite

Nota : L'emploi des regards occasionnellement visitables est conditionné par les moyens dont dispose l'exploitant du réseau. Il doit également être tenu compte des éventuels changements de direction et de niveau, du nombre de raccordements à l'intérieur du regard et de l'installation d'éventuels appareils de mesure.

3.4.1 - Implantation des regards

Le fascicule n° 70 précise les conditions d'implantation en ces termes : "La distance maximale entre deux regards visitables consécutifs est fixée par le marché, sans dépasser 80 m. Sur des canalisations de diamètre nominal supérieur ou égal à 800, les regards doivent être visitables."

3.4.2 - Changements de direction, de pente ou de diamètre

Les changements de direction, de pente ou de diamètre sont réalisés à l'intérieur même d'un regard conformément au fascicule n° 70.



Changement de direction

3.5 - La qualité de l'ouvrage

D'une manière générale, la qualité d'un ouvrage est le produit des cinq facteurs clés suivants : qualité de la conception, qualité des composants, qualité de la mise en œuvre, qualité de la réception et qualité de l'exploitation.

Les facteurs clés	Les outils	Les acteurs
Qualité de la conception	NF EN 752 Instruction Technique INT 77-284 Fascicule n° 70 Logiciels	Maître d'œuvre
Qualité des composants	Marque NF, CSTBat	Industriels AFNOR, CSTB, CERIB
Qualité de la mise en œuvre	Fascicule n° 70 NF EN 1610 NF P 98-331	Entreprise
Qualité de la réception	Fascicule n° 70 NF EN 1610	Organisme de contrôle
Qualité de l'exploitation	NF P 15-900-2	Gestionnaire de réseau

Comme dans le cas d'une chaîne, la défaillance d'un seul de ces cinq facteurs peut entraîner la défaillance de l'ouvrage. En ce qui concerne la qualité des dimensionnements hydraulique et mécanique, les concepteurs et les bureaux d'étude disposent de trois textes de référence :

- la norme NF EN 752-4 et l'Instruction Technique INT 77-284 pour le dimensionnement hydraulique ;
- le fascicule n° 70 du CCTG pour le dimensionnement mécanique.

Le concepteur pourra aussi consulter les publications et les ouvrages généraux relatifs à l'assainissement cités dans l'annexe bibliographique. Sur un plan pratique, il pourra utiliser le logiciel "Oduc", développé et diffusé par le CERIB. Rappelons que sur le plan hydraulique, "Oduc" permet le calcul du débit des eaux pluviales à l'aval d'un bassin versant, du diamètre convenable, de la pente, du taux de remplissage, de la vitesse de l'effluent et du débit. Sur le plan mécanique, il permet de réaliser les calculs pour toutes les canalisations, conformément au fascicule n° 70 et de traiter les cas de poses particulières évoqués précédemment pour les canalisations en béton, en béton armé et en béton fibré acier. De plus, le logiciel "Oduc" propose des solutions géotechniques appropriées lorsque les caractéristiques du sol sont défavorables.

**Fascicule n° 70**

Ce document est disponible à la Direction des Journaux Officiels
26 rue Desaix - 75727 PARIS Cedex 15
info@journal-officiel.gouv.fr



Chapitre

4

L'offre de l'industrie du béton

- 4.1 - La réponse aux fonctions
La gamme des produits**
- 4.2 - La réponse à l'exigence
de compatibilité des composants**
- 4.3 - La réponse à l'exigence
de respect de l'environnement**
- 4.4 - La réponse à l'exigence de pérennité**
- 4.5 - La qualité des produits**



4.1 - La réponse aux fonctions

La gamme des produits

Le béton est un matériau particulièrement bien adapté à la réalisation des réseaux d'assainissement, pour lesquels il apporte des réponses multiples, comme en témoignent les schémas présentés ci-après.



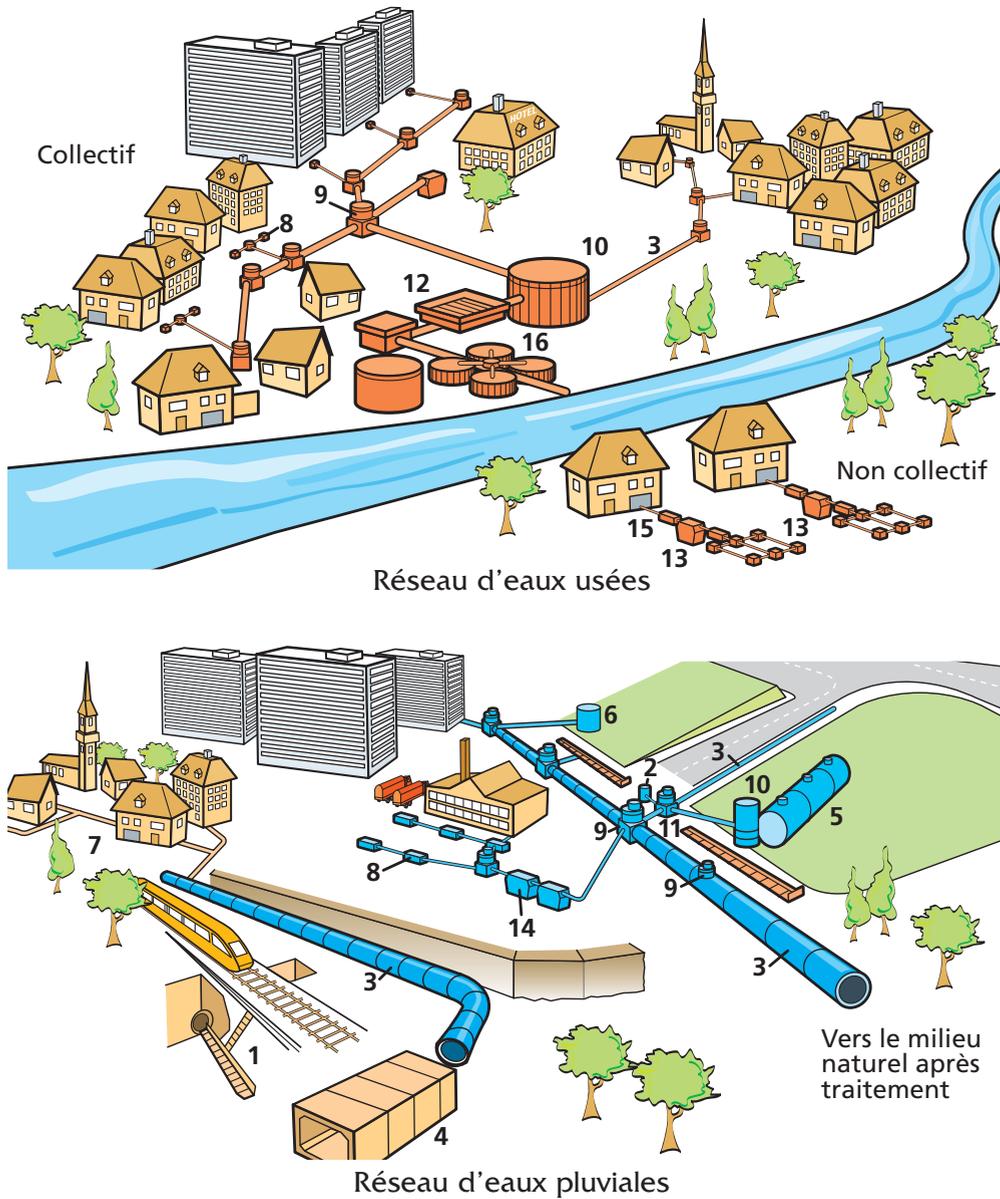


Figure 13 : La réponse des produits en béton

La réponse aux fonctions

Produits d'assainissement	FONCTIONS			
	Collecte	Transport Stockage	Maintenance et sécurité	Prétraitement Traitement
1. Caniveaux - Fossés - Descentes de talus	■	■		
2. Bouches avaloirs	■			
3. Tuyaux et raccords	■	■		
4. Cadres		■		
5. Ouvrages de rétention	■	■		
6. Réservoirs d'eau		■		
7. Structures réservoir		■		
8. Boîtes de branchement ou d'inspection	■		■	
9. Regards de visite	■		■	
10. Postes de relèvement et de refoulement		■		
11. Têtes d'aqueduc de sécurité et têtes de ponts		■	■	
12. Dégrilleurs - Débourbeurs Décanteurs - Dessableurs				■
13. Fosses septiques				■
14. Séparateurs de boues et de liquides légers				■
15. Séparateurs à graisse				■
16. Station d'épuration				■

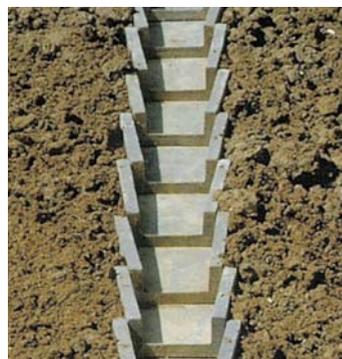
Il existe une gamme étendue de produits en béton compatibles et homogènes pour répondre à l'ensemble des besoins spécifiques de tous les projets.

4.1.1 - Caniveaux hydrauliques - Fossés - Descentes de talus

De sections multiples, ces éléments sont destinés à la collecte superficielle des eaux de ruissellement. Les caniveaux hydrauliques font l'objet de la norme NF EN 1433.



Fossé



Descente de talus

4.1.2 - Bouches avaloirs

Les bouches avaloirs assurent la collecte des eaux pluviales.



Bouche avaloir

4.1.3 - Tuyaux et raccords

Dans le domaine des canalisations fonctionnant en écoulement libre (cas le plus fréquent), les tuyaux sont constitués, selon les cas :

- de béton non armé ;
- de béton armé à une seule nappe d'armature ;
- de béton armé à deux nappes d'armature ;
- de béton de fibres ;
- de béton à hautes performances.



Tuyau d'assainissement Détail de joint

Ces tuyaux sont classés en “séries” selon leur nature et leur résistance à l'écrasement (pour chaque série de tuyaux, le nombre indiqué correspond à la charge minimale, exprimée en kN/m de longueur, que doit supporter un tuyau de diamètre intérieur 1 m au cours d'un essai d'écrasement).



On a ainsi :

- pour les tuyaux en béton armé (A) : séries 90 A, 135 A, 165 A, 200 A, etc. ;
- pour les tuyaux en béton non armé (B) : séries 60 B, 90 B, 135 B ;
- pour les tuyaux en béton fibré (F) : série 90 F, 135 F, 165 F, 200 F, etc.

À titre d'exemple, un tuyau \varnothing 1 200 de longueur 2,40 m et de série 200 A présente une résistance minimale à l'essai d'écrasement de :

$$1,2 \times 2,40 \times 200 = 576 \text{ kN}$$

Les assemblages, qui adoptent des principes divers, en fonction notamment du diamètre et de l'épaisseur de la paroi, reçoivent une bague d'étanchéité en caoutchouc (voir figure 13). Notons que les "bagues d'étanchéité en élastomère compact pour assemblage de tuyaux en béton", dites joints souples, sont définies dans leur matériau constitutif (mais non dans leur profil) par la norme NF EN 681-1.

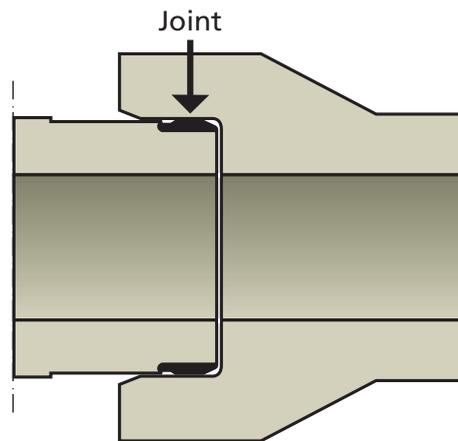


Figure 14 : Principe d'assemblage de tuyaux à écoulement libre

Les joints souples présentent l'avantage :

- de permettre une pose rapide de la canalisation ;
- de s'accommoder de faibles désalignements ou désaxements ultérieurs résultant des inévitables imperfections de mise en œuvre ;
- d'absorber les légers mouvements de terrain qui peuvent se produire à terme autour de la canalisation.

Les joints peuvent être intégrés lors de la fabrication. La solution à joints intégrés garantit une mise en place effective et efficace.

Les tuyaux pour microtunnels ou mis en place par fonçage présentent des caractéristiques mécaniques ainsi que des modes d'assemblage particuliers.



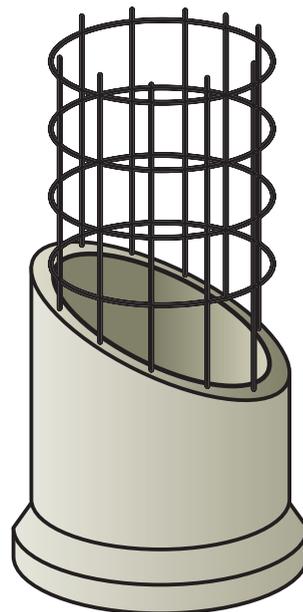
Joint intégré

Caractéristiques des tuyaux d'assainissement

Conformes à la norme générale d'aptitude à l'emploi des tuyaux circulaires et autres éléments pour réseaux d'assainissement sans pression NF EN 476, elles sont définies par la norme NF EN 1916 et son complément national NF P 16 345-2.

Les normes NF EN 1916 et NF P 16 345-2 fixent notamment, des spécifications relatives :

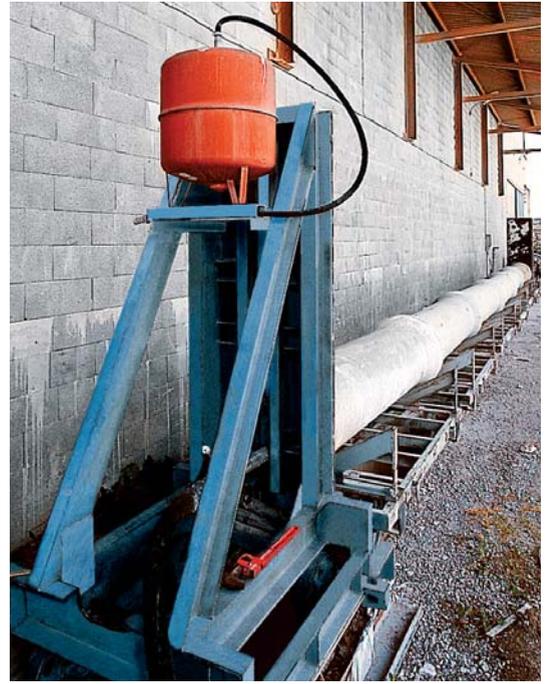
- aux tolérances dimensionnelles ;
- à l'étanchéité ;
- à la résistance mécanique : l'essai d'écrasement s'effectue dans les conditions indiquées sur la figure 16.



**Figure 15 :
Principe d'armature d'un tuyau armé en simple nappe**



Cageuse : préfabrication des armatures



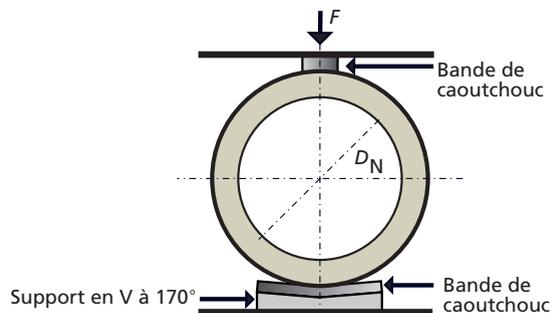
Banc d'étanchéité

Les charges de rupture correspondant aux classes de résistance sont données dans la norme NF P 16 345-2. Il est prévu également, pour les tuyaux en béton armé, un critère de résistance à la fissuration sous charge. La norme NF EN 1916 traite également des pièces spéciales telles que les changements de direction.



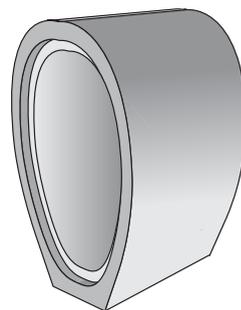
Machine d'essai

**Figure 16 :
Principe de
l'essai d'écrasement
des tuyaux circulaires**



Les tuyaux ovoïdes

Les caractéristiques dimensionnelles des tuyaux ovoïdes sont définies par la norme NF P 16-345-2.

**Figure 17 : Tuyau ovoïde****4.1.4 - Cadres**

Les cadres sont des ouvrages en béton armé de dimensions très variées (de 0,50 m à 4 m voire plus). Lorsqu'ils sont posés à plat, ils permettent notamment de répondre à la difficulté liée à une hauteur de fil d'eau limitée. Une norme concernant ces éléments est en préparation (NF EN 14 844).

**Cadre****4.1.5 - Ouvrages de rétention**

Les canalisations de grandes dimensions, qu'elles soient de section circulaire ou rectangulaire, permettent de réaliser les ouvrages de rétention parfaitement adaptés à la lutte contre les inondations.

**Construction d'un bassin de rétention**

4.1.6 - Réservoirs d'eau

L'assemblage d'éléments préfabriqués permet de réaliser des réservoirs d'eau de grand volume.



Installation d'un réservoir d'eau

4.1.7 - Structures réservoir

Dans le cadre des techniques compensatoires visant à lutter contre les inondations, les structures réservoir constituent des solutions de choix puisqu'elles permettent notamment d'optimiser l'espace urbain. La solution "hydrocyl®" proposée par l'Industrie du Béton pour réaliser de telles structures est particulièrement innovante.

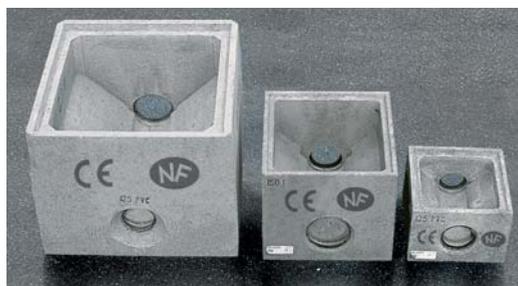


4.1.8 - Boîtes de branchement ou d'inspection

Les boîtes de branchement sont de section circulaire ou carrée et munies d'un dispositif de raccordement souple et étanche. Leur dimension intérieure est de Ø 300 ou 300 x 300, Ø 400 ou 400 x 400, Ø 600 ou 600 x 600.

Elles se composent :

- d'un élément de fond ;
- d'éléments droits ;
- d'un dispositif de fermeture.



Boîtes de branchement ou d'inspection



Elles font l'objet des mêmes normes que les regards : NF EN 1917 et NF P 16-346-2. Ces normes définissent notamment les tolérances dimensionnelles, une spécification relative à leur étanchéité ainsi qu'une spécification relative à

4.1.9 - Regards de visite

Ils sont de section circulaire et d'un diamètre intérieur minimal de 1 m (condition pour être qualifiés de visitables conformément à la norme NF EN 476 et au fascicule n° 70).

Ils se composent :

- d'un élément de fond muni d'un dispositif de raccordement souple et étanche ;
- d'éléments droits ;
- d'un élément de réduction (tête réductrice ou dalle réductrice) ;
- d'un élément supérieur (rehausse sous cadre) ;
- d'un dispositif de fermeture.

Ils font l'objet de la norme NF

EN 1917 et de son complément national NF P 16 346-2.

Ces normes fixent notamment des spécifications relatives :

- aux tolérances dimensionnelles ;
- à leur étanchéité ;
- à leur résistance et à la résistance des échelons.

Equipés d'échelons, ces ouvrages offrent au personnel d'exploitation des réseaux, la sécurité indispensable lors de leurs interventions.



Stockage de têtes réductrices



Élément de fond de regard de visite

4.1.10 - Postes de relèvement et de refoulement

Les postes de relèvement sont de section circulaire, carrée ou rectangulaire. Ces équipements font l'objet de la norme NF EN 1250.

4.1.11 - Têtes d'aqueduc de sécurité et têtes de ponts

Disposés aux extrémités des canalisations d'assainissement d'eaux pluviales, au droit des débouchés dans les fossés ou dans les cours d'eau, ces ouvrages ont pour objet de protéger les talus contre les dégradations liées au phénomène de ravinement.

Outre les fonctions mécanique et hydraulique, certaines têtes d'aqueduc assurent une fonction de sécurité.

Elles prennent alors la dénomination

de têtes d'aqueduc de sécurité. Leur rôle est d'améliorer la sécurité des automobilistes en cas de chocs frontaux, tout en préservant les fonctions mécanique et hydraulique.



Tête d'aqueduc de sécurité

Les têtes d'aqueduc de sécurité font l'objet de deux normes : NF P 98-490 et NF P 98-491. La première de ces deux normes fixe des spécifications fonctionnelles générales ainsi que les modalités d'essai correspondantes, quelle que soit la nature du matériau constitutif. La seconde est directement applicable aux éléments préfabriqués en béton. Les principales caractéristiques visées concernent les constituants, les dimensions ainsi que la résistance mécanique de la partie supérieure, qui conditionne la fonction sécurité.

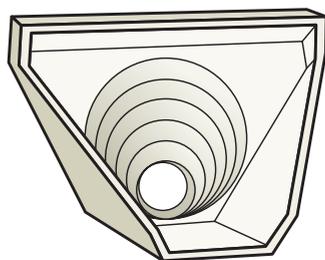


Figure 18 :
Tête de pont

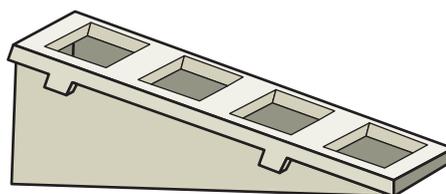


Figure 19 :
Tête d'aqueduc de sécurité

4.1.12 - Dégrilleurs, débourbeurs, décanteurs, dessableurs

Ces ouvrages installés sur les réseaux de type unitaire ou pluvial sont destinés à séparer par gravité, puis à retenir les éléments de densité supérieure à 1.



Dégrilleur

4.1.13 - Fosses septiques

Ces équipements sont destinés au prétraitement de l'ensemble des eaux usées dans les secteurs faisant appel aux techniques de l'assainissement non collectif.

L'arrêté du 6 mai 1996 fixe les prescriptions techniques applicables à ces systèmes d'assainissement. L'annexe de cet arrêté fixe notamment un volume minimal de 3 m³ pour les logements comprenant jusqu'à cinq pièces principales. Pour les logements plus importants, ce volume minimal doit être augmenté d'au moins 1 m³ par pièce supplémentaire.



Fosse septique

Par ailleurs, la norme NF EN 12 566-1 fixe des spécifications notamment en matière de tolérances sur le volume minimal, de durabilité, de résistance mécanique et d'efficacité hydraulique. Cette norme, qui est harmonisée, impose le marquage CE de ces produits.

A noter que les essais de types initiaux correspondant au marquage CE doivent être réalisés par un organisme notifié (le CERIB qui s'est équipé d'une plate-forme d'essai est notifié par l'Etat Français).



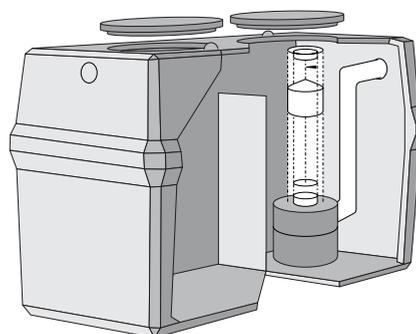
Fabrication de fosses septiques



Installation sur chantier

4.1.14 - Séparateurs de boues et de liquides légers

Ces équipements sont destinés au traitement des eaux pluviales de ruissellement (ex. : parcs de stationnement, chaussées, aires aéroportuaires, etc.) et des eaux usées (ex. : aires de lavage de véhicules, rejets de process industriels, etc.).



**Figure 20 :
Séparateur de liquides légers**

Les caractéristiques des séparateurs de liquides légers sont définies dans la norme NF EN 858-1 dont le domaine d'application vise les liquides ayant une masse volumique inférieure ou égale à $0,95 \text{ g/cm}^3$. Il existe deux classes de performance pour les séparateurs de liquides légers, suivant les modalités d'essai définies par cette même norme.

Classe	Teneur résiduelle maximale de liquide léger après essai
A	5 mg/l
B	100 mg/l

De plus, les séparateurs de liquides légers sont classés en fonction du débit traité (taille nominale). Par convention, la taille nominale (TN) est un nombre arrondi, égal à la valeur numérique du débit maximal admissible de l'effluent, exprimée en litres par seconde. Les tailles nominales recommandées sont : 1,5 - 3 - 6 - 10 - 15 - 20 - 30 - 40 - 50 - 65 - 80 - 100 - 125 - 150 - 175 - 200 - 250.

4.1.15 - Séparateurs à graisse

Ces équipements sont destinés aux eaux usées dont il faut séparer les graisses et huiles d'origine animale et végétale (cuisines, abattoirs, conserveries, huileries, etc.). Ils font l'objet de la norme NF EN 1825-1. Conformément à cette norme, leurs tailles nominales (débit en litres par seconde) varient de 1 à 25.

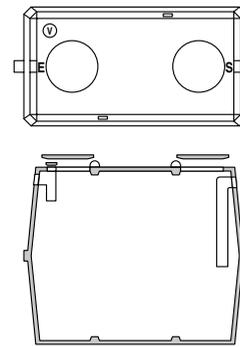


Figure 21 :
Séparateur à graisse

4.2 - La réponse à l'exigence de compatibilité des composants

Tous les composants d'assainissement en béton sont conçus pour permettre un raccordement simple avec une garniture d'étanchéité adaptée. En outre, des pièces spéciales, tuyaux courts, coudes, manchons, etc, complètent la gamme des composants, permettant ainsi de répondre à tous les projets d'assainissement. L'évolution technologique de l'industrie du béton permet de

proposer des solutions simples et diverses de raccordement des branchements de petit diamètre aux canalisations d'assainissement.

En particulier :

- les boîtes de branchement peuvent être équipées d'entrées-sorties avec joints souples autorisant une déviation angulaire dans des diamètres correspondant aux tuyaux de natures diverses équipant la collecte intérieure des effluents d'habitation ou d'industrie ;
- les éléments de fond de regard comportent également des entrées-sorties avec joints souples d'étanchéité pour tuyaux de toutes natures ;
- les réseaux en béton peuvent recevoir des tuyaux de toutes natures, soit par piquage équipé d'un joint d'étanchéité, soit par selle de branchement.

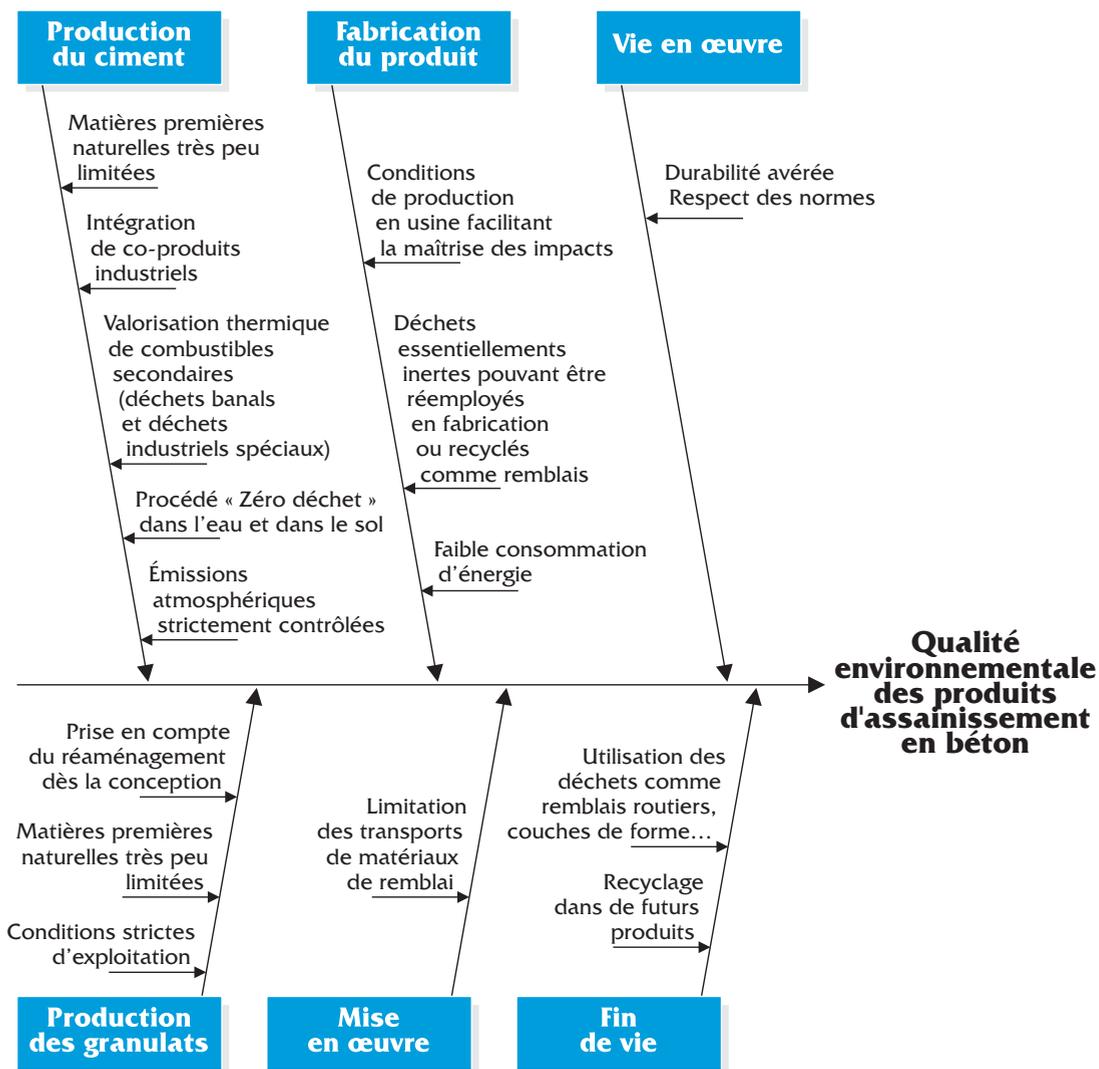


Exemple de compatibilité

4.3 - La réponse à l'exigence de respect de l'environnement

La qualité environnementale d'un produit s'apprécie en considérant l'ensemble des étapes de son cycle de vie : depuis l'extraction des matières premières jusqu'à son recyclage ou son élimination, en passant par sa fabrication, sa mise en oeuvre et son utilisation. Selon cette approche, les éléments préfabriqués en béton possèdent de nombreux atouts.

Atouts environnementaux des produits d'assainissement en béton



4.3.1 - Des matières premières illimitées

Le béton est constitué de matières premières naturelles minérales (diverses roches, sables, etc.), de ciment, qui est issu des mêmes minéraux, et d'eau. Ces ressources comptent parmi les plus abondantes sur terre.

4.3.2 - Une production dans des conditions contrôlées

La fabrication du ciment entrant dans la composition des produits en béton offre l'opportunité de valoriser proprement des déchets en provenance d'autres secteurs industriels (sous forme de matière première ou d'énergie). L'extraction des granulats en carrière est soumise à des conditions de réaménagement très strictes, qui dépassent la simple remise en état du site, certains sites pouvant être valorisés par la création de plans d'eau ou de zones humides. Les impacts environnementaux induits par la fabrication des produits en béton sont aisément maîtrisés en usine. Les déchets générés, en faible quantité et majoritairement inertes, peuvent être recyclés ou réutilisés comme matériaux de remblayage. Les produits en béton ne nécessitent en outre, qu'une faible quantité d'énergie pour leur production.

4.3.3 - Mise en œuvre : des transports de matériaux limités

En raison de la rigidité des tuyaux en béton, la qualité du remblayage et du compactage influence relativement peu leur durée de vie par opposition aux canalisations flexibles. Souvent, il est possible de réutiliser les matériaux de déblai comme remblai, limitant par conséquent l'apport de nouveaux matériaux et évitant ainsi des transports supplémentaires.

4.3.4 - Vie en œuvre : une fonction assurée durablement

Bien entendu, la caractéristique environnementale essentielle des tuyaux, des regards et des boîtes de branchement est d'assurer leur fonction sans défaillance tout au long de leur durée de service.

Les spécifications correspondantes sont définies dans les normes attachées aux produits et la certification constitue une garantie de leur conformité à ces normes.

4.3.5 - Un matériau inerte aisément recyclable

Le béton est un matériau minéral inerte qui ne pose aucun problème particulier pour procéder à son recyclage. En fin d'utilisation, le béton composant les produits est totalement recyclable sous forme de granulats pouvant être réutilisés comme couche de forme, de fondation, ou de base de structures routières. Ces granulats constituent aussi un gisement potentiel de matières premières pour la fabrication de futurs produits.



Fiches de déclarations environnementales et sanitaires selon la norme NF P 01-010

4.3.6 - Des analyses tout au long du cycle de vie

L'Analyse de Cycle de Vie (A-C-V) permet d'évaluer les impacts environnementaux tout au long du cycle de vie du produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'au recyclage du produit. Diverses analyses de cycle de vie ont été effectuées afin de comparer les caractéristiques environnementales relatives, de réseaux d'assainissement constitués de différents matériaux.

Ces études divergent par certaines hypothèses et sur certains aspects. Elles confirment cependant les très bonnes performances des produits en béton en matière d'environnement.

4.4 - La réponse à l'exigence de pérennité

4.4.1 - Les références historiques

Les nombreuses références historiques attachées aux tuyaux en béton témoignent de leur excellent comportement dans le temps. La parfaite connaissance du matériau et de son comportement, grâce notamment aux nombreux progrès technologiques ainsi qu'à des travaux de recherche permanents, constitue pour l'investisseur public la meilleure des garanties de pérennité. La durée de vie effective des tuyaux en béton est en effet bien supérieure à la durée de l'amortissement financier. On considère en général une durée de service minimale de 50 ans.

4.4.2 - D'excellentes performances mécaniques - Indéformabilité

Les ouvrages d'assainissement, et particulièrement les canalisations enterrées, sont soumis en service à des charges élevées. La résistance des canalisations, éprouvée par des essais mécaniques, leur permet de résister à ces charges sans déformation de leur section, autorisant ainsi des conditions d'exploitation optimales et durables.

4.4.3 - Résistance à l'abrasion

L'épaisseur des parois des canalisations ainsi que la compacité du béton sont une garantie contre le risque d'abrasion. Afin de préserver la sécurité du personnel d'exploitation, il convient néanmoins de maîtriser la vitesse excessive des effluents en mettant en place, par exemple, des regards à chute accompagnée.

4.4.4 - Résistance aux agressions chimiques

En cas de risque d'attaques chimiques déterminées (ex. : effluents d'origine industrielle), des solutions adaptées existent :

- ciment et granulats adaptés (ex. : aluminates de calcium) ;
 - traitement de surface de la paroi (ex. : revêtement à base de résine époxy).
- Les effluents domestiques réglementaires ne présentent aucun risque d'agression chimique pour les réseaux et les stations d'épuration en béton.

4.4.5 - Réponse à des contraintes spécifiques

Faible profondeur

Le logiciel "Oduc" permet le dimensionnement mécanique des canalisations pour des couvertures de remblai sous chaussées inférieures à 0,80 m.

Forte profondeur

Les classes de résistance renforcées, ainsi que les cas de pose particuliers tels que la pose en dépression ou sur berceau, apportent une réponse appropriée.

Largeur de tranchée limitée

Pour les gros débits et s'il existe une limitation sur la largeur de tranchée, par exemple dans une emprise de sous-sol encombrée, il est possible de remplacer une canalisation de section circulaire classique par une autre de forme ovoïde ou rectangulaire, conformément au schéma de la figure 22.

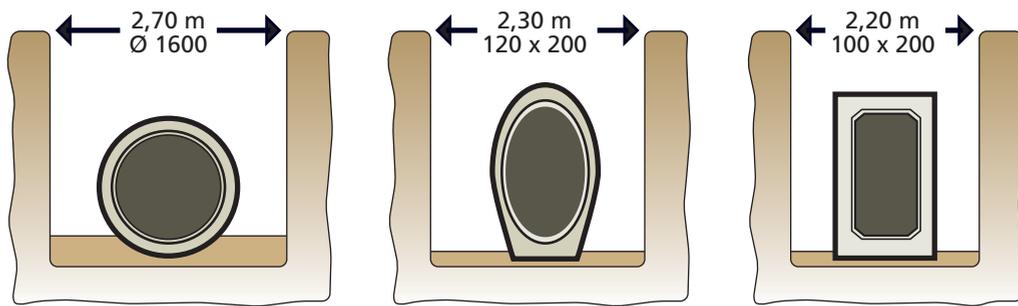


Figure 22 : Exemples de largeurs de tranchée limitées

Profondeur du fil d'eau limitée

Comme l'indique le schéma de la figure 23, une canalisation rectangulaire posée à plat permet, à débit égal, de proposer un fil d'eau à moindre profondeur.

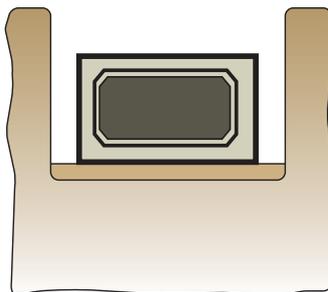
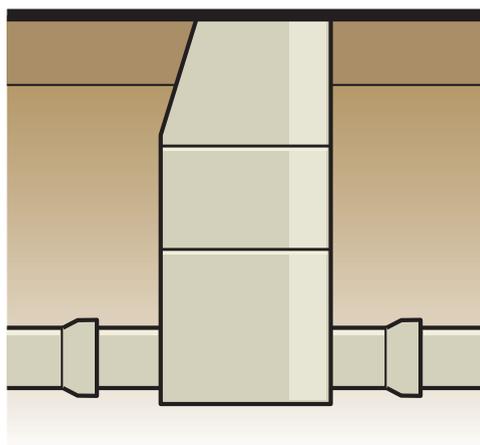


Figure 23 : Exemple d'utilisation d'une canalisation rectangulaire

Pose dans la nappe phréatique

Le poids des regards en béton assure leur stabilité sans lest dans la nappe phréatique, quelle que soit son niveau.

Nota : La mise en place de tuyaux courts de raccordement sur le regard assure une liaison souple évitant les phénomènes de cisaillement sous l'effet des tassements différentiels.



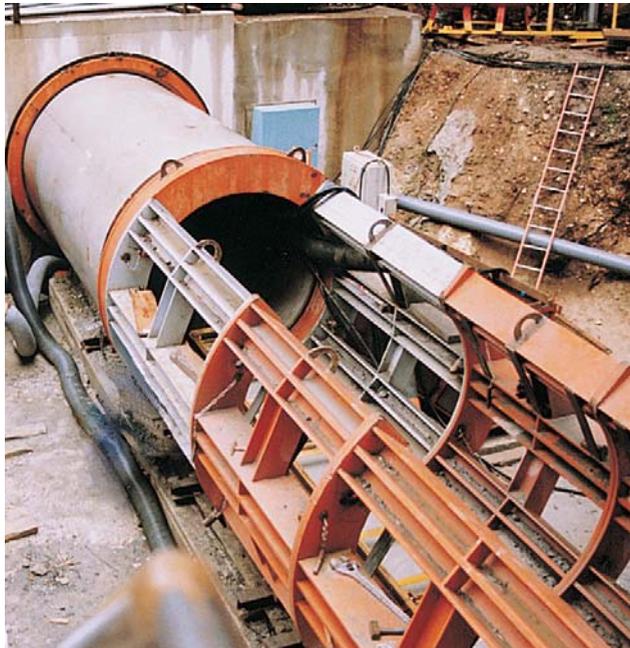
**Figure 24 :
Raccordement de la canalisation
au regard au moyen de tuyaux courts**

Pose sans tranchée

La pose classique de tuyaux en tranchée ouverte s'avère dans certains cas impossible à réaliser (passage sous voie ferrée ou sous chaussée, sous voie d'eau, sous voûte, etc.) en raison de la gêne inacceptable (interruption de trafic) qu'elle occasionnerait ou des coûts d'installation prohibitifs qui en résulteraient. Il y a lieu, dans ces conditions, de mettre en œuvre une technique sans tranchée. La technique du microtunnelage consiste à installer une canalisation dans le sol entre deux puits : un puits de départ et un puits d'arrivée. Le puits de départ, d'où est réalisé le microtunnelage, permet :

- l'installation de la station de poussage des tuyaux ;
- l'installation des systèmes de contrôle (guidage, position) ;
- la descente et le poussage des tuyaux ;
- l'évacuation des terrains excavés.

La machine qui réalise le microtunnel est récupérée dans le puits d'arrivée. Le marouflage de l'excavation (extraction des déblais) est généralement réalisé à l'aide d'une vis sans fin ou par circulation de boue. Des gammes de tuyaux en béton spécialement conçues sont adaptées aux techniques de pose par fonçage ou microtunnelage.



Station de poussage pour la technique du microtunnelage

4.5 - La qualité des produits

4.5.1 - Une politique professionnelle volontariste

L'industrie du béton mène depuis de nombreuses années une politique volontariste en matière de qualité. Cette démarche qualité a connu quatre étapes :

- 1^{ère} étape (années soixante) : normalisation et certification des produits ;
- 2^e étape (années quatre-vingt-dix) : évolution de la certification des produits à travers la prise en compte de l'assurance qualité ;
- 3^e étape (années deux mille) : évolution en réponse aux attentes nouvelles des utilisateurs ;
- 4^e étape (année deux mille quatre) : nouvelle évolution de la certification afin d'intégrer les normes européennes et les exigences du marquage réglementaire CE.

1^{ère} étape.

C'est dans les années soixante que les professionnels regroupés au sein de la FIB décident de lancer une politique de valorisation basée sur la qualité. Il s'agit d'élaborer des textes de référence pour les produits afin de :

- valoriser l'image collective des produits en évitant les contre-références ;
- réduire le nombre de modèles pour favoriser l'industrialisation de la production ;
- créer des règles de l'art permettant de clarifier les relations client-fournisseur et de faciliter l'emploi des produits.

En parallèle, les labels de qualité ont été mis en place. À titre d'exemple, le label relatif aux tuyaux en béton a été créé en 1967. Destinées à attester par tierce partie la conformité des produits aux textes de référence, ces certifications imposent aux usines titulaires la mise en place d'un laboratoire interne exerçant un contrôle permanent de la production.



La certification des produits en béton poursuit son développement : il existe plus d'une vingtaine de certifications portant sur l'ensemble des produits en béton.

2^e étape.

À partir des années quatre-vingt-dix, sous l'impulsion des actions menées par le CERIB en matière de qualité totale, l'accent a été mis sur le développement de l'assurance de la qualité. Cela s'est concrétisé par la création, au sein de chaque certification de produits, de deux options pour l'organisation de la qualité du producteur :



- l'option A, qui correspond au contrôle essentiellement réalisé par le laboratoire ;
- l'option B, qui s'appuie sur une assurance de la qualité formalisée de l'ensemble du processus de production. Les contrôles en laboratoire sont toutefois maintenus tout en atténuant leur fréquence.

3^e étape.

En 2000, en réponse aux nouvelles attentes des utilisateurs, les exigences du référentiel de certification NF "Éléments en béton pour réseaux d'assainissement sans pression" sont renforcées :

- étanchéité à l'eau : les performances exigibles sont supérieures à celles requises par les normes NF P 16-341 (tuyaux) et NF P 16-342 (regards) ;
- traçabilité : pour faciliter la réception sur chantier, les bons de livraison sont obligatoirement identifiés "marque NF" ou "produits certifiés NF" et le cas échéant, on garde une mention d'alerte pour les produits démarqués commercialisés ;
- assurance qualité : en cas de dérive, la fréquence des contrôles de conformité en usine, de même que celle des audits/inspections du certificateur, est automatiquement augmentée.

4^e étape

En 2004, le référentiel de la certification volontaire NF est renforcé et complété pour y intégrer les exigences du marquage réglementaire CE :

- durabilité : introduction d'exigences relatives au rapport Eau/Ciment, à la teneur en chlorures, à l'absorption d'eau, à la résistance caractéristique du béton et à la durabilité des assemblages ;
- dimensions : renforcement des contrôles des dimensions par la vérification des assemblages et de la rectitude du fût ;
- étanchéité : renforcement de l'exigence (aucune fuite ne doit être constatée lors de la mise en pression) ;
- maîtrise de la qualité : l'assurance de la qualité formalisée du processus de production (option B) est rendue obligatoire.

Les normes européennes harmonisées NF EN 1916 et NF EN 1917 (donnant lieu au marquage réglementaire CE) sont publiées (décembre 2003). Toutes les caractéristiques définies dans ces normes n'ayant pu être harmonisées, les normalisateurs européens ont convenu de s'en remettre à des compléments nationaux. En conséquence, les normes NF P 16 345-2 "tuyaux" et NF P 16 346-2 « regards et boîtes de branchement ou d'inspection » constituent le guide d'application en France des normes NF EN 1916 et NF EN 1917. Elles définissent les performances requises (étanchéité à l'eau des éléments assemblés, résistance mécanique, enrobage des armatures, tolérances dimensionnelles...) et ont été publiées en même temps que les normes NF EN 1916 et NF EN 1917.

Les normes NF EN 1916 et NF EN 1917, associées aux normes NF P 16-345-2 et NF P 16-346-2, constituent le référentiel technique de la certification NF et permettent de réaliser des ouvrages conformes au fascicule n° 70.

4.5.2 – Les certifications

La marque

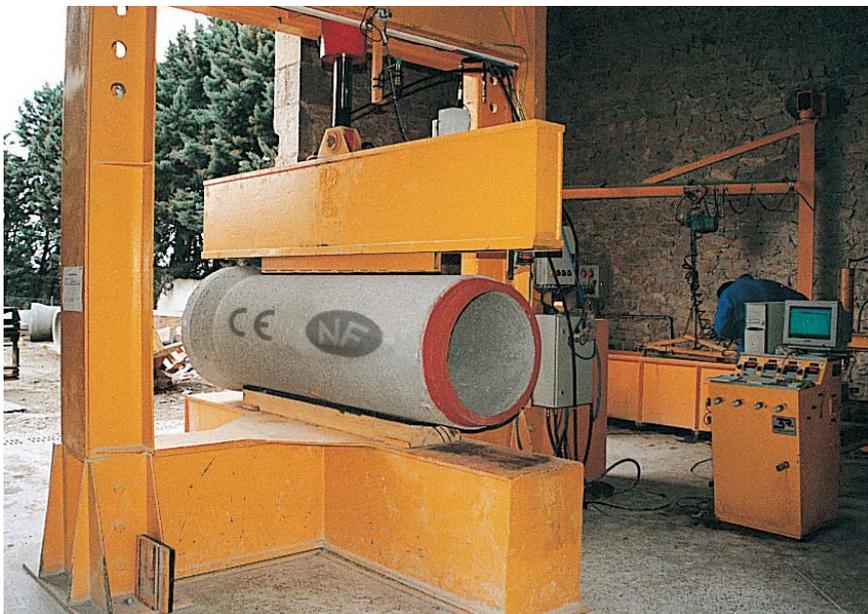
La marque NF constitue la preuve de la conformité aux normes de référence (normes européennes et compléments nationaux). Le droit d'usage de la marque NF est accordé par un organisme impartial : AFNOR Certification. L'usage de la marque NF est réservé aux produits certifiés réalisés dans des usines identifiées. Son utilisation abusive tombe sous le coup de la loi du 3 juin 1994, portant sur la protection et l'information du consommateur.

L'efficacité du système

L'obtention et le maintien du droit d'usage de la marque NF "Éléments en béton pour réseaux d'assainissement sans pression" repose sur une démarche volontaire de l'industriel qui implique :

- le contrôle en permanence, par l'industriel, de la conformité de ses produits ;
- des audits/inspections périodiques par un organisme tiers afin de valider, par des essais sur des produits prêts à être livrés, le fonctionnement des contrôles de l'industriel et la conformité des produits.

En cas de non-conformité, le CERIB - mandaté par AFNOR Certification - doit être informé. Une sanction immédiate peut être prononcée (avertissement, suspension ou retrait du droit d'usage de la marque NF pour un produit ou pour l'ensemble des produits fabriqués). Le Comité particulier (instance représentative de tous les acteurs concernés par les réseaux d'assainissement) examine deux fois par an les résultats des audits/inspections et peut renforcer la surveillance pour des fabricants ayant montré des insuffisances. À partir des informations en provenance du terrain, il peut également faire évoluer les caractéristiques certifiées de telle sorte que les produits répondent en permanence aux besoins des utilisateurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises).



Essai de résistance mécanique d'un tuyau

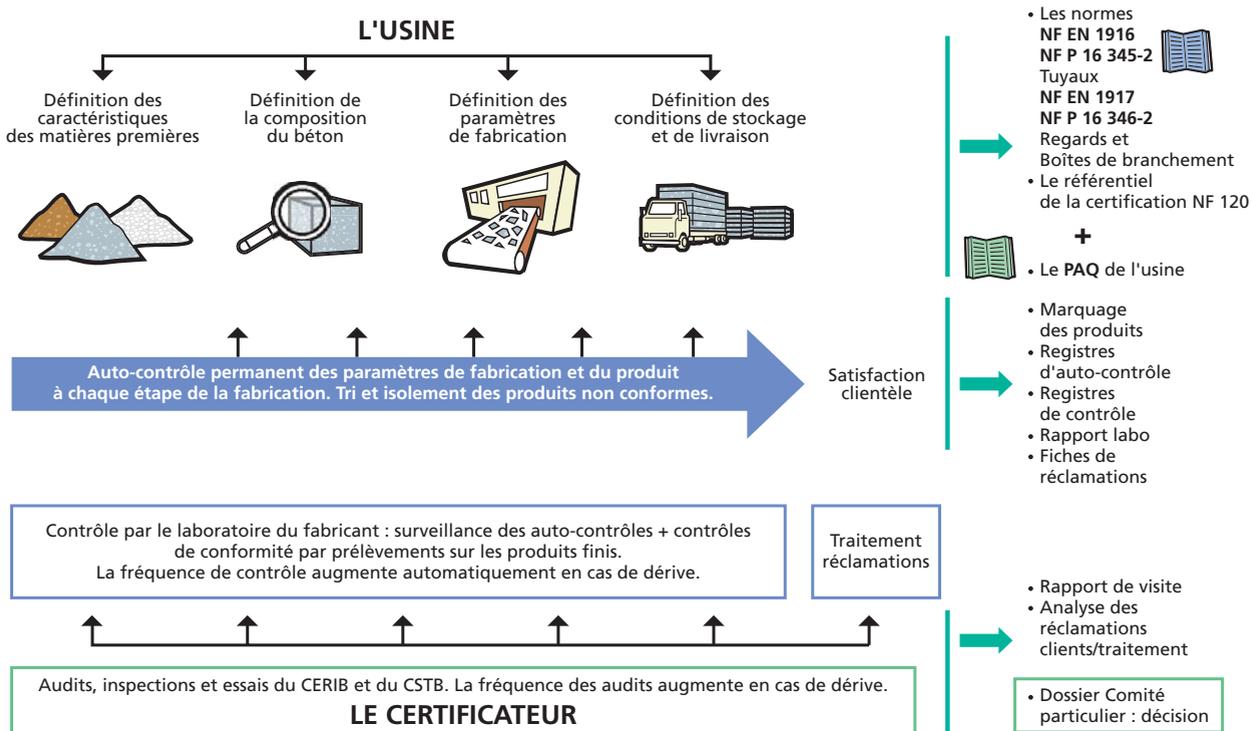


Figure 25

Marque **NF** - Réseaux d'assainissement en béton

Une garantie de conformité

L'information disponible

- Les listes officielles des productions titulaires de la marque NF .

Une édition papier est établie tous les six mois à l'issue de la réunion du Comité particulier. Elle est disponible gratuitement et sur simple demande au CERIB. Une liste mise à jour chaque semaine est également disponible sur le site Internet du CERIB : www.cerib.com - rubrique "productions certifiées".

- L'attestation de droit d'usage de la marque NF.

Il peut être demandé au fabricant une copie de son attestation de droit d'usage, sur laquelle figure la liste des produits certifiés avec leurs caractéristiques et le type de garniture d'étanchéité. Celles-ci sont renouvelées au moins une fois par an.

La marque CSTBat

Pour les composants d'assainissement non traditionnels qui ne relèvent pas de la certification NF, il existe un groupe spécialisé (GS17) chargé de formuler des avis techniques ainsi qu'une certification associée : la marque CSTBat.

4.5.3 - Le Marquage CE

Le Marquage CE est un marquage réglementaire et obligatoire qui permet aux produits de circuler librement dans tout l'espace européen. Les produits marqués CE sont présumés (auto-déclaration du fabricant pour les produits d'assainissement) conformes à la partie harmonisée des normes NF EN 1916 "tuyaux" et NF EN 1917 "regards et boîtes de branchement ou d'inspection".

Depuis le 23 novembre 2004, tous les produits sont marqués CE. Certains sont marqués CE et NF. Ce sont seulement les produits NF qui offrent un gage de qualité pour l'utilisateur (CE n'est pas une marque de qualité mais un marquage, un "passeport" déclaratif, sous la seule responsabilité du fabricant ou de l'importateur, qui autorise la libre circulation des produits).

Les documents d'accompagnement du produit (catalogue, bons de livraison...) précisent les caractéristiques harmonisées déclarées par le fabricant. Le tableau ci-après, précise les caractéristiques d'aptitude à l'emploi des produits déclarés CE et certifiés NF.

Tableau n° 5 : Caractéristiques d'aptitude à l'emploi	DECLARATION CE	CERTIFICATION NF
<ul style="list-style-type: none"> • Pérennité structurelle des ouvrages : - durabilité du béton - résistance à l'écrasement : classe de résistance et charge minimale - valeur minimum d'enrobage des armatures - regards et boîtes de branchement ou d'inspection : résistance du béton pour les éléments ne pouvant faire l'objet d'essais mécaniques, résistance sous charge verticale des dispositifs de fermeture 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■ ■ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■ ■ ■
<ul style="list-style-type: none"> • Étanchéité à l'eau des ouvrages : - durabilité des assemblages - étanchéité à l'eau des éléments assemblés avec déviation angulaire et efforts de cisaillement (garantie de l'étanchéité en cas d'instabilité du terrain pour les tuyaux et/ou tassement différentiels entre les regards ou les boîtes de branchements ou d'inspection et la canalisation) - respect de tolérances dimensionnelles sur l'ovalisation des sections intérieures, des emboîtements et de l'équerrage des abouts pour les tuyaux 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■ ■
<ul style="list-style-type: none"> • Performances hydrauliques : - respect de tolérances dimensionnelles sur le diamètre nominal (diamètre intérieur) et la rectitude de fût pour les tuyaux - respect de tolérances dimensionnelles sur le profil des cunettes et banquettes des éléments de fonds de regards et boîtes de branchement ou d'inspection 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■
<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité d'utilisation des regards (inspection et entretien des ouvrages) : - résistance des échelons scellés - position des échelons courants de la colonne de regard - position du premier et dernier échelon de la colonne de regard de visite 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ■ ■



Essai d'étanchéité avec désaxement réalisé dans le cadre de la certification NF

Exemples de marquage CE et de marque NF

- sur tuyaux en béton armé

CE ¹ EN 1916 ² A ³ 135 ⁴ 03 ⁵	NF ⁷ 099 ⁸ T ⁹ 135A ¹⁰ 03 ¹¹ 181 ¹¹ + 14 ¹²
DUPONT 28 EPERNON ⁶	

- sur regards de visite en béton non armé

CE ¹ EN 1917 ² B ¹³ 30 ⁴ 03 ⁵	NF ⁷ 099 ⁸ R ¹⁴ 03 ¹¹ 181 ¹¹ + 14 ¹²
DUPONT 28 EPERNON ⁶	

¹ logo réglementaire CE
² norme européenne
³ armé
⁴ résistance déclarée
⁵ année d'apposition du marquage
⁶ nom du fabricant + site de production
⁷ logo certification volontaire NF

⁸ numéro d'attribution du droit d'usage
⁹ tuyaux
¹⁰ classe de résistance garantie
¹¹ date de fabrication (année, jour)
¹² délai de mise en oeuvre
¹³ béton
¹⁴ regards de visite

Chapitre

5

La mise en œuvre des réseaux

- 5.1 - L'implication des différents acteurs**
- 5.2 - L'exécution des travaux**
- 5.3 - La tranchée**
- 5.4 - La manutention et le stockage**
- 5.5 - La pose**
- 5.6 - Le remblaiement (matériaux non liés)**
- 5.7 - Le remblaiement (matériaux
autocompactants à base de ciment)**
- 5.8 - La maîtrise de la qualité des travaux**
- 5.9 - La maîtrise des dispositions relatives
à l'environnement**
- 5.10 - Guide de mise en œuvre**

5.1 - L'implication des différents acteurs

Le développement de l'activité industrielle, le développement des installations d'élevage intensif, l'accroissement de la concentration urbaine, génèrent des contraintes nouvelles qui pèsent sensiblement sur le circuit de l'eau. Les collectivités locales, les sociétés industrielles, les exploitants agricoles et les sociétés autoroutières, sont concernés et doivent désormais prendre en compte, dans leurs investissements, la notion de développement durable. Cela signifie notamment que les maîtres d'ouvrage ont à maîtriser et à gérer la qualité des effluents souillés du fait de leur activité et qui seront rejetés dans le milieu naturel.

5.1.1 - Le maître d'ouvrage

C'est la personne morale pour laquelle l'ouvrage est construit. Il peut s'agir de l'État, de collectivités territoriales, de promoteurs, de sociétés d'économie mixte, d'industriels ou de particuliers. Le maître d'ouvrage a la responsabilité d'identifier et de définir le besoin à satisfaire. Il lui appartient donc d'arrêter pour cela des spécifications techniques appropriées et il a la responsabilité totale du choix des objectifs et des performances requises.

Les missions d'un maître d'ouvrage en matière d'assainissement consistent à s'assurer :

- du recueil des eaux usées ;
- du transport des eaux usées ;
- de l'épuration dans des stations (voire des usines) de traitement ;
- du rejet dans le milieu naturel après traitement.

Pour cela, il doit mettre en place des réseaux de collecte et de transport ainsi que des stations de traitement en réduisant au minimum les nuisances pour les riverains.

Il appartient donc au maître d'ouvrage :

- de mener les études préalables nécessaires à la définition des programmes de travaux ;
- d'assurer l'information auprès des utilisateurs et des riverains ;
- de bien identifier les besoins, en intégrant les contraintes de délai et en délimitant les obligations à satisfaire ;
- de faire procéder aux études géotechniques, permettant d'identifier les contraintes posées par les sols d'implantation ;
- d'envisager les aspects économiques de la réalisation des travaux puis de l'exploitation des installations.

Dans les zones à grande concentration humaine, des organisations spécifiques ont été mises en place. Ainsi, par exemple, en région parisienne, le SIAAP, Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, réunit depuis 1970, les départements des Hauts-de-Seine, de Seine-Saint-Denis, du Val-de-Marne et de la Seine ainsi que 180 communes des autres départements de l'Ile-de-France.

5.1.2 - Le maître d'œuvre

C'est la personne morale ou physique retenue par le maître d'ouvrage pour transformer le programme de travaux en projet d'exécution et pour le faire réaliser au meilleur rapport qualité-prix.

Il appartient donc au maître d'œuvre :

- de concevoir les ouvrages et d'élaborer les projets, conformément au fascicule n° 70 du CCTG notamment ;
- de calculer les sections des équipements d'assainissement ;
- de dresser un calendrier d'exécution et d'établir un devis estimatif général ;
- d'élaborer le dossier de consultation des entreprises ;
- d'établir les dossiers nécessaires à l'obtention des autorisations de construire ;



- de dépouiller et d'analyser les offres des entreprises ;
- d'assurer la direction des travaux d'exécution et en particulier, d'établir les situations en vue du règlement des travaux engagés ;
- de coordonner l'intervention des différentes entreprises concernées.

5.1.3 - L'entreprise

C'est la personne morale chargée d'exécuter les travaux définis par le maître d'œuvre pour le compte du maître d'ouvrage.

Il appartient à l'entreprise :

- de signaler au maître d'œuvre toute difficulté soulevée par l'application des documents du marché ;
- de respecter le projet prévu et d'assurer un autocontrôle des travaux exécutés.

5.1.4 - Les fournisseurs de l'entreprise

Ce sont les sociétés de services, les négociants en matériaux et les fabricants de composants. Les fournisseurs sont en général choisis par l'entrepreneur.

5.1.5 - Le contrôleur extérieur

Fonction assurée par une personne morale ou physique indépendante du maître d'œuvre et de l'entreprise, qui effectue pour le compte du maître d'ouvrage un contrôle extérieur des travaux exécutés et de leurs conditions de réalisation, en fonction d'un référentiel défini initialement.

5.2 - L'exécution des travaux

La réalisation des travaux doit respecter les hypothèses du projet, en particulier celles qui ont conduit au dimensionnement mécanique et hydraulique :

- la largeur de tranchée ;
- la hauteur de couverture ;
- les types de sols et les paramètres correspondants ;
- le système de blindage et son mode de retrait ;
- les objectifs de densification ;
- les charges liées notamment aux engins de chantier ;
- les profils en travers ;
- le niveau de la nappe phréatique.

Les textes de référence sont la norme NF EN 1610, "Mise en œuvre et essai des branchements et collecteurs d'assainissement", la norme NF P 98-331, "Tranchées : ouverture, remblaiement, réfection" et le fascicule n° 70 du CCTG, "Ouvrages d'assainissement".



5.2.1 - Définitions

Par convention, on considère :

- la zone de remblai proprement dit **1**, composée de la partie inférieure et de la partie supérieure du remblai ;
- la zone d'enrobage **2**, constituée par :
 - le lit de pose,
 - le remblai latéral,
 - l'assise,
 - le remblai initial ;
- le sol en place **3**.

Ces trois zones sont caractérisées par un certain nombre de paramètres physiques et/ou mécaniques du sol, utilisés dans le cadre du dimensionnement mécanique.

Le lit de pose est constitué d'une épaisseur de matériau supérieure ou égale à 15 cm sur sol dur ou rocheux et à 10 cm dans les autres cas.

L'épaisseur de la zone de remblai initial doit être au moins égale à 10 cm au-dessus du collet et à 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure. Les conditions d'appui correspondantes sont celles de l'appui n° 1 au sens de la norme NF EN 1610. Les autres types d'appuis (n° 2 ou n° 3, sans lit rapporté) décrits dans cette même norme sont exceptionnels et correspondent au cas où le sol en place est du groupe de sol G1 (voir paragraphe 5.2.4).

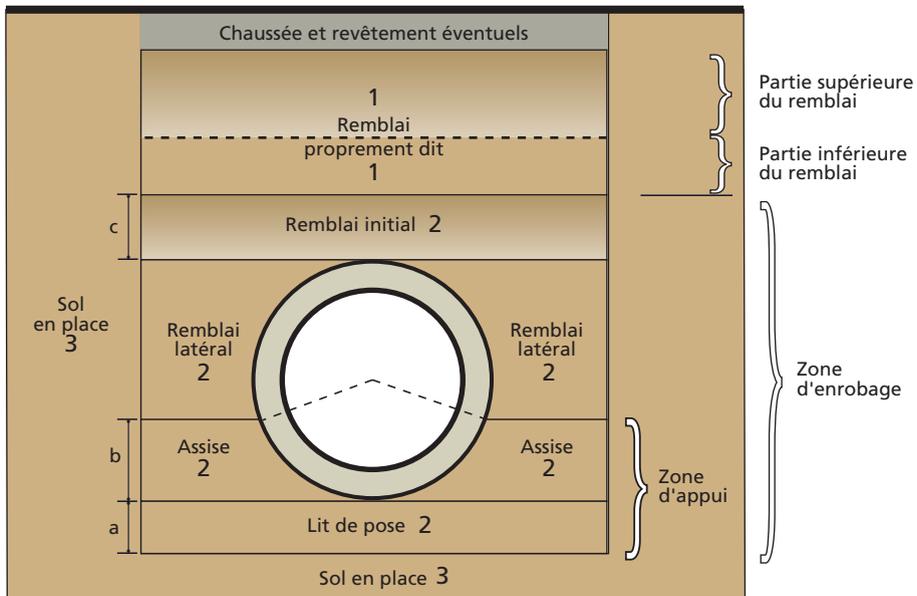


Figure 26 : Définition des différentes zones selon la norme NF EN 1610

$c \geq 150$ mm au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau
ou 100 mm au-dessus du collet

$a \geq 100$ mm

ou 150 mm en cas de sol dur ou rocheux

5.2.2 - La nature et la qualité des matériaux

5.2.2.1 - Matériaux et produits faisant l'objet d'une norme (ex. : tuyaux circulaires posés en tranchée, regards visitables, boîtes de branchement...)

Le fascicule n° 70 précise que lorsqu'un matériau ou un produit utilisé pour des travaux d'assainissement fait l'objet d'une ou plusieurs normes françaises ou normes étrangères reconnues équivalentes, il doit être conforme à ces normes en vigueur. Cette conformité peut être prouvée :

- par la certification NF ou par une certification étrangère reconnue équivalente ;
- à défaut de certification, au moyen d'une réception par lot sur chantier effectuée, avant la mise en oeuvre, par le maître d'ouvrage sur la base d'un échantillonnage conforme à la norme NF X 06-021. Cette réception porte alors sur toutes les caractéristiques figurant dans la norme de référence et sur les critères d'aptitude à la fonction définis dans la norme NF EN 476.

Il est conseillé de prendre connaissance de la recommandation (TI-99) aux maîtres d'ouvrage publics proposée par le GPEM* "Travaux et maîtrise d'oeuvre" et adoptée le 7 octobre 1999 par la section technique de la CCM**. Elle traite de l'utilisation des normes et des certifications dans les spécifications et de l'appréciation des équivalences. Des extraits de cette recommandation sont portés en annexe.

5.2.2.2 - Produits nouveaux bénéficiant d'un avis technique

Le fascicule n° 70 précise que lorsqu'un produit ne fait pas l'objet d'une norme française, il peut faire l'objet d'un avis technique en cours de validité, délivré par la Commission interministérielle instituée à cet effet par l'arrêté interministériel du 2 décembre 1969. En outre, le site de fabrication de ce matériau ou produit doit être titulaire d'un certificat CSTBat associé à l'avis technique ou équivalent.

5.2.2.3 - Autres cas

- Tuyaux circulaires et regards

Leur utilisation ne peut être envisagée que si une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) favorable a été formulée dans les conditions fixées par le règlement de la procédure des ATEX ou si une procédure d'évaluation reconnue par un organisme compétent a été mise en place.

* Groupe Permanent d'Étude des Marchés

** Commission Centrale des Marchés

- Autres produits

Les produits d'usage courant sont soumis à l'approbation du maître d'œuvre. Les produits innovants peuvent faire l'objet d'une ATEX favorable.

5.2.3 - Les conditions de réception des produits sur chantier

5.2.3.1 - Cas des produits fournis par le maître d'ouvrage

Si ces produits font l'objet de réserves de la part de l'entrepreneur, celui-ci se conforme pour leur mise en œuvre aux instructions qui lui sont données par le maître d'œuvre.

5.2.3.2 - Cas des produits titulaires d'une certification de qualité NF ou CSTBat fournis par l'entrepreneur

La réception de produits certifiés impose la vérification de la conformité à la commande (nature des produits, quantités, etc.), du marquage (logo de la certification, identification du fabricant, caractéristiques des produits, etc.), de l'aspect et de l'intégrité. Elle est exécutée par l'entrepreneur, en présence du maître d'œuvre.



5.2.3.3 - Cas des produits non titulaires d'une certification NF ou CSTBat fournis par l'entrepreneur

Ces produits sont soumis à une vérification de la conformité de leurs performances. Chaque lot est réceptionné par le maître d'œuvre dans les conditions décrites en 5.2.2.

5.2.4 - La nature des sols

Les sols sont classés en 5 groupes selon le tableau n° 6. Chacun de ces groupes, reprenant des sous-classes de la norme NF P 11-300, représente des caractéristiques géotechniques sensiblement homogènes.

Nota : L'état hydrique dans lequel se trouve le matériau au moment de sa mise en place joue un rôle très important vis-à-vis notamment, des difficultés de compactage. Une attention particulière devra être portée à la taille maximale des plus gros éléments de sol ⁽¹⁾.

Tableau n° 6 : Classification des sols		
Groupe de sol	Description	Matériaux selon la norme NF P 11300 en état hydrique h, m ou s ⁽²⁾
G1	Sables et graves propres, concassés (D _{max} < 50 mm). Sables ou graves peu silteuses	D1 D2, D3 DC1, DC2, DC3 ⁽³⁾ B1-B3 C1B1, C1B3, C2B1, C2B3
G2	Sables ou graves peu argileux	B2 - B4 C1B2, C2B2, C1B4, C2B4
G3	Sables et graves très silteux, limons peu plastiques, sables fins peu pollués (IP < 12)	A1 B5 C1A1, C2A1, C1B5
G4	Sables et graves argileux à très argileux, sables fins argileux, limons argiles et marnes peu plastiques (IP < 25)	A2 B6 C1A2, C2A2 C1B6, C2B6
G5	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques (IP > 25)	A3, C1A3, C2A3, A4, C1A4, C2A4

} Matériaux utilisables ⁽⁴⁾ en enrobage

} Matériaux inutilisables en enrobage

- (1) Dans la zone d'appui : D_{max} < 22 mm si DN ≤ 200
D_{max} ≤ 40 mm si 200 < DN ≤ 600
D_{max} ≤ 60 mm si DN > 600

Sous chaussée D_{max} ≤ 40 mm si DN > 200, cf NF P 98-331

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

On peut trouver les matériaux dans les états "th" (très humide) ou "ts" (très sec) au sens de la norme NF P 11-300. Leur utilisation ne doit être envisagée en zone d'enrobage qu'après obtention d'un avis géotechnique favorable, éventuellement associé aux sujétions appropriées.

- (3) Matériaux d'apport élaborés au sens du guide SETRA "Remblayage des tranchées" de mai 1994.

Nota : Les "gravettes" qui peuvent être utilisées dans la zone d'enrobage, désignent des matériaux naturels ou concassés, reconstitués, défillerisés, à courbe granulométrique continue d/D dont le D_{max} est de 25 mm. Les gravettes évolutives sont à écarter (ex. : calcaires tendres, craies, schistes...).

On considère que le matériau de type "gravette" est peu sensible au compactage et à la présence d'une nappe phréatique et peut s'apparenter à un sol G1.

Les **sous produits industriels** peuvent être utilisés sous réserve d'une étude spécifique (géotechnique, compatibilité environnementale et compatibilité avec les matériaux constitutifs du réseau).

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

La mise en place de géosynthétiques peut être nécessaire pour :

- assurer la séparation entre le sol support et le matériau d'apport, afin d'éviter le mélange sol fin-sol granulaire (contamination) qui aurait pour effet de réduire les caractéristiques mécaniques du sol granulaire ;
- drainer les eaux souterraines, accélérant ainsi la consolidation des couches superficielles du sol support ;
- renforcer l'ouvrage au plan mécanique en s'opposant à l'accumulation de déformations dans le sol support à long terme.

5.2.5 - Matériaux d'enrobage ou de remblai traités aux liants hydrauliques

Ils comprennent le sol traité au ciment, le béton maigre, le béton non armé, les graves ciment et les matériaux autocompactants liés. Les caractéristiques de ces matériaux ainsi que leurs conditions d'utilisation sont fixées dans le CCTP.

5.3 - La tranchée

5.3.1 - Largeur maximale de la tranchée

La largeur de la tranchée ne doit pas dépasser le maximum spécifié dans le calcul de résistance mécanique car elle a une influence notable sur la charge de remblai supportée par la canalisation (cas des tranchées étroites).

5.3.2 - Largeur minimale de la tranchée

La largeur retenue, fonction de la profondeur de la tranchée, du type de blindage, du diamètre nominal du tuyau et de son diamètre extérieur, est telle qu'il est aisé d'y placer les tuyaux et autres éléments, d'y réaliser les assemblages et d'y effectuer convenablement les remblais et les opérations de compactage autour de la canalisation en toute sécurité.

Tableau n° 7 : Largeur minimale de la tranchée prescrite par le fascicule n°70 (m)

Profondeur (m)	Type de blindage	DN ≤ 600	DN > 600
0,00 à 1,30	S	De + 2x0,30 (mini. 0,90)	De + 2x0,40 (mini. 1,70)
0,00 à 1,30	C	De + 2x0,35 (mini. 1,10)	De + 2x0,45 (mini. 1,80)
1,30 à 2,50	C	De + 2x0,55 (mini. 1,40)	De + 2x0,60 (mini. 1,90)
1,30 à 2,50	CSG	De + 2x0,60 (mini. 1,70)	De + 2x0,65 (mini. 2,00)
2,50 à 3,50	CSG	De + 2x0,60 (mini. 1,80)	De + 2x0,65 (mini. 2,10)
2,50 à 3,50	CDG	De + 2x0,65 (mini. 1,90)	De + 2x0,70 (mini. 2,20)
3,50 à 5,50	CDG	De + 2x0,65 (mini. 2,00)	De + 2x0,70 (mini. 2,30)
≥ 5,50	CDG	De + 2x0,70 (mini. 2,10)	De + 2x0,80 (mini. 2,60)

DN : diamètre nominal de la canalisation

De : diamètre extérieur de la canalisation

S : sans blindage

C : caisson

CSG : coulissant simple glissière

CDG : coulissant double glissière

Si la largeur minimale de la tranchée en fond de fouille ne peut pas être respectée, une solution consiste à utiliser de la gravette ou un matériau auto-compactant lié, voire à réaliser un serrage hydraulique. Il en va de même si un espace de 0,50 m ne peut être respecté de part et d'autre des regards. Si aucune de ces solutions n'est possible, on considérera pour le dimensionnement mécanique, que le niveau de compactage de l'enrobage est de type "non contrôlé".

Le profil des tranchées à ouvrir est laissé au choix des entrepreneurs, dans les limites fixées par les autorisations de voirie, par les autorisations de passage sur les propriétés privées et par le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965 relatif à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs. La longueur maximale des fouilles qui peuvent rester ouvertes est précisée dans le CCTP, en concertation avec le gestionnaire de voirie.

5.3.3 - Élimination des venues d'eau

À défaut de stipulations du CCTP, l'entrepreneur doit, sous sa responsabilité, organiser ses chantiers de manière à les débarrasser des eaux de toute nature (eaux pluviales, eaux d'infiltration, eaux de source, etc.). L'établissement d'un projet d'élimination des venues d'eau est complexe et il convient de rechercher l'avis d'un géotechnicien avant d'arrêter une méthode.

Exemples de techniques d'élimination des venues d'eau

Le pompage en fond de tranchée : cette technique est la plus simple. Dans les sols où il y a un risque d'entraînement des matériaux fins par l'eau, il peut être nécessaire de limiter la vitesse d'écoulement, par exemple en utilisant un blindage jointif descendant à un niveau inférieur au fond de la tranchée.

Les pointes filtrantes verticales : il s'agit de tubes perforés en partie basse, mis en place par fonçage. Les pointes filtrantes sont habituellement mises en place sur une ligne parallèle à la tranchée prévue, en général à des espacements compris entre 0,60 m et 3,00 m en fonction du sol et des caractéristiques de la nappe. Les pointes sont ensuite connectées à une pompe à vide.

Les tubes horizontaux : des tubes de plastique perforés sont mis en place dans le sol par une trancheuse ou selon un procédé de forage dirigé. Le tube est mis en place le long d'une ligne parallèle à la tranchée prévue et à un niveau inférieur à celui du fond de tranchée. Les tubes sont ensuite connectés à une pompe à vide.

5.3.4 - Fond de tranchée

Le fond de tranchée doit être arasé à la pente spécifiée. Tout matériau déstructuré par le terrassement sera purgé et remplacé par le même matériau que celui utilisé pour réaliser le lit de pose. On peut considérer que tout matériau contenant des blocs de taille significative sera déstructuré lors du terrassement.

Lorsque le fond de tranchée ne présente pas une portance suffisante pour soutenir l'ouvrage (ex. : tourbe, sable bouillant), il est nécessaire de prendre des mesures spéciales. Parmi les mesures possibles, il existe plusieurs techniques : substitution du sol par d'autres matériaux, cloutage, traitement du sol à la chaux et au ciment, renforcement au moyen de géosynthétiques ou de géogrilles, réalisation d'un radier avec ou sans pieu. Ces types de pose ne sont utilisés qu'après justification par des calculs de résistance mécanique spécifiques.

5.4 - La manutention et le stockage

Les tuyaux sont manipulés et stockés dans des conditions non susceptibles de les détériorer, en appliquant les recommandations du fournisseur. Une attention particulière doit être portée aux extrémités (emboîtements). En particulier, l'élingage des tuyaux par l'intérieur est proscrit.

Nota : pour les tuyaux en béton possédant une armature de conception particulière (ex. : armature elliptique), il y a lieu de se conformer strictement aux consignes du fabricant.





Exemples de manutention sur chantier

5.5 - La pose

5.5.1 - Lit de pose

Le lit de pose est dressé suivant la pente prévue au projet. La surface est dressée et tassée afin que le tuyau ne repose sur aucun point dur ou faible. Il y a lieu de prévoir des niches au droit des collets, qui permettront de disposer d'un espace suffisant pour réaliser un bon assemblage et éviter que le tuyau ne repose sur l'emboîture.

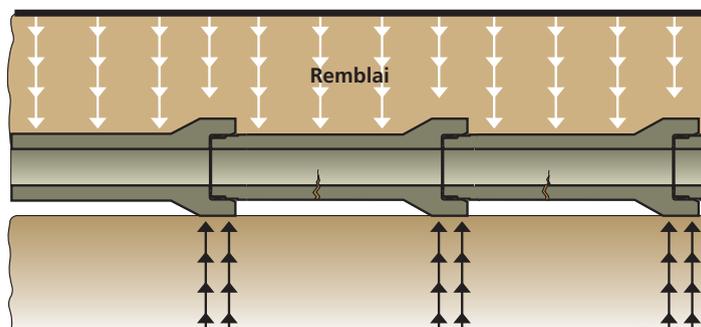


Figure 27 : Conséquences de l'absence de niches pour les collets

Si les niches pour les collets n'étaient pas réalisées, les tuyaux reposeraient sur les collets. Lors du remblaiement, sous l'effet des charges verticales, ils seraient alors soumis à une flexion longitudinale susceptible de provoquer l'apparition d'une fissure transversale. De plus, l'absence de niches pourrait se traduire par un écrasement de la partie inférieure du joint et par une décompression de la partie supérieure, pouvant conduire à une perte d'étanchéité localisée. Dans le cas d'une pose sur dalle de répartition, il y a lieu de réaliser un lit de pose afin d'éviter tout contact direct du tuyau sur la dalle.

5.5.2 - Assemblage des éléments

Avant l'assemblage, les abouts mâle et femelle sont nettoyés. Les conditions d'emboîtement doivent être conformes aux prescriptions du fabricant. Il convient d'utiliser les appareils et lubrifiants conseillés. Pour les éléments de regards et les boîtes de branchement, le jointoiement au mortier est proscrit, de même que pour le raccordement des canalisations à ces ouvrages.

5.5.3 - Branchements

Les branchements à exécuter et leur implantation sont validés par le maître d'œuvre au moment du piquetage des ouvrages. Les branchements gravitaires ne doivent pas être réalisés en diamètre nominal inférieur à 150. La pente doit être au moins égale à 3 %.

Les branchements comprennent, de l'aval vers l'amont :

- un dispositif de raccordement de la canalisation de branchement à la canalisation principale (regard, culotte...)



Accessoires de branchement

- la canalisation de branchement proprement dite ;
- éventuellement, un regard collecteur de branchements ;

Sur chaque branchement individuel, la boîte de branchement est implantée à la limite du domaine public.



Accessoires de branchement

5.6 - Le remblaiement (matériaux non liés)

Les matériaux de remblaiement doivent respecter les dispositions du paragraphe 5.2 ainsi que les spécifications du CCTP, en conformité avec les hypothèses retenues pour le calcul mécanique.

5.6.1 - Autocontrôles d'étanchéité et de densification

Réalisé par l'entreprise dans le cadre de son auto-contrôle, l'essai d'étanchéité permet de déceler les éventuels défauts d'étanchéité résultant par exemple, d'un défaut d'emboîtement. L'action corrective, en effet, est plus facile à réaliser avant qu'après remblaiement. De la même façon, il est souhaitable de réaliser des vérifications de la densification à mesure qu'évoluent les travaux de remblaiement et notamment, après réalisation de l'enrobage. Ces essais ne se substituent pas aux essais de réception.



5.6.2 - Exécution de l'assise

Le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté par couches successives, jusqu'à hauteur des reins de la canalisation.

5.6.3 - Exécution du remblai latéral et du remblai initial

Le remblaiement et le compactage se poursuivent par couches successives, jusqu'à un niveau au moins égal à 150 mm au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation ou 100 mm au-dessus du collet. La hauteur des couches est à ajuster en fonction de la nature du remblai, de la puissance de l'engin de compactage et de l'objectif de densification. Il convient que le remblai initial situé directement au-dessus de la canalisation soit compacté par des moyens non susceptibles de l'endommager.

5.6.4 - Exécution du remblai proprement dit

Le remblaiement et le compactage se poursuivent par couches successives jusqu'au niveau prévu au projet. La hauteur des couches est à ajuster en fonction de la nature du matériau, de la puissance de l'engin de compactage et de l'objectif de densification.



En cas d'utilisation d'un blindage, son retrait s'effectue, dans la mesure du possible, sur la hauteur correspondant à la couche mise en place avant compactage de cette couche.

5.7 - Le remblaiement (matériaux auto-compactants à base de ciment)

5.7.1 - Définitions

Ces matériaux sont dits “autocompactants” parce qu’ils se mettent en place naturellement dans les tranchées, par simple déversement, sans compactage ni vibration. Ils assurent en quelques heures une portance suffisante, permettant une remise en circulation rapide et présentent à long terme, des résistances mécaniques suffisantes mais volontairement limitées pour permettre, en cas de besoin, une réexcavation facile de ces tranchées.



Ces matériaux sont fabriqués dans des centrales de Béton Prêt à l’Emploi (BPE) assurant le dosage précis des constituants et leur malaxage. Livrés en camion malaxeur, leur mise en œuvre est rapide et demande peu de main d’œuvre. Ils sont constitués d’un mélange de granulats (sables, gravillons, fillers...), de ciment, d’eau et d’adjuvants.

5.7.2 - Deux types de matériaux

On distingue deux familles de matériaux autocompactants à base de ciment :

- **les produits essorables**, qui utilisent le principe des remblais hydrauliques. La fluidité nécessaire à leur mise en œuvre est assurée par une teneur initiale en eau élevée. Leur capacité portante est obtenue essentiellement par l'évacuation d'une forte partie de cette eau (40 à 50 %) dans les matériaux encaissants, par l'empilement optimal des granulats ainsi que par la prise et le durcissement du ciment. Sauf dispositions spéciales, leur utilisation est limitée aux matériaux encaissants suffisamment perméables.
- **les produits non essorables**, dont la fluidité est obtenue par l'utilisation d'adjuvants spécifiques et dont la capacité portante est engendrée par la prise et le durcissement du ciment. Ces produits se répartissent en deux classes :
 - ceux dont la granulométrie est inférieure ou égale à 6,3 mm ;
 - ceux dont la granulométrie est supérieure à 6,3 mm.Ces produits peuvent être utilisés à différents niveaux lors du remblayage des tranchées, en tant que :
 - matériau d'enrobage ;
 - matériau de remblai ;
 - matériau d'enrobage et de remblai ;
 - matériau de lit de pose, d'enrobage et de remblai.

5.7.3 - Domaines d'application privilégiés

Les domaines d'application privilégiés des matériaux autocompactants sont les tranchées étroites et encombrées (croisement, superposition de réseaux) car il est difficile, voire impossible, d'y réaliser un compactage correct mais aussi, bien sûr, tous les autres types de tranchées (larges, profondes, etc.) ainsi que toutes les interventions ponctuelles.

Plus généralement, cette technique est particulièrement adaptée au remblayage des tranchées ayant, en outre, à satisfaire les deux exigences suivantes :

- une remise en circulation rapide ;
- une absence de tassement différentiel ultérieur.



5.7.4 - Atouts des matériaux autocompactants

L'utilisation de matériaux autocompactants à base de ciment, pour constituer le remblaiement d'une canalisation, présente de nombreux avantages :

- la possibilité de remblaiement de tranchées étroites ;
- la réalisation possible simultanée du lit de pose et de l'enrobage ;
- la mise en place correcte dans les conditions difficiles que l'on rencontre lorsque le sous-sol est encombré et/ou lorsque la largeur libre d'un côté ou des deux côtés de la canalisation est réduite ;
- la réouverture rapide à la circulation ;
- la réduction du temps de présence humaine dans la tranchée, en particulier lorsque le terrain est instable, ce qui accroît la sécurité des ouvriers ;
- le travail facilité pour la pose de canalisations en tranchées asymétriques ;
- la possibilité de reconstituer rapidement la chaussée définitive sans risque de tassements différentiels ultérieurs ;
- pas de contrôle de compacité pendant le chantier ;
- l'élimination des nuisances liées aux bruits et aux vibrations provoquées par le compactage mécanique, indispensable dans le cas d'un remblaiement classique ;
- pas de stockage de matériau de remblai sur le site : l'utilisation de camions malaxeurs supprime les stockages intermédiaires entre fabrication et mise en œuvre et offre la possibilité de mise en place directe à l'aide d'une

- goulotte ou éventuellement à la pompe ;
- la réduction du matériel de chantier : la mise en œuvre se fait sans chargeur ni compacteur ;
 - des gains de productivité : durée de réalisation du chantier et main d'œuvre réduites ;
 - la facilité de réexcavation.

Nota : Compte tenu de leur sensibilité aux phénomènes de retrait et de fissuration, ces matériaux ne contribuent en aucune manière à l'étanchéité de la canalisation.

5.7.5 - Mise en œuvre

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

Les matériaux essorables doivent être malaxés énergiquement (3 à 5 minutes à grande vitesse) avant leur mise en œuvre et ceci, afin d'assurer l'homogénéité du mélange. Le matériau est versé directement depuis la goulotte du camion malaxeur dans la tranchée, au fur et à mesure de la progression du camion. Pour éviter la ségrégation, il convient de limiter la hauteur de chute depuis la goulotte. Les canalisations légères ainsi que les grillages avertisseurs doivent être arrimés pour éviter qu'ils ne soient déplacés sous l'effet de la poussée hydrostatique. Pour se faire, on utilisera par exemple, des plots en béton, des étriers métalliques, etc. La mise en œuvre nécessite un ouvrier qui guide la goulotte de déversement dans la tranchée et un autre qui égalise la surface.

Nota : La présence d'une faible quantité d'eau dans la tranchée n'est pas un obstacle à son remblaiement avec des produits non essorables, sous réserve de le mettre en place judicieusement.



5.7.6 - Précautions à prendre lors de l'utilisation des matériaux autocompactants

Les principales précautions à prendre pour l'utilisation des matériaux autocompactants sont les suivantes :

- l'arrimage des conduites et des grillages avertisseurs est nécessaire pour contrer la poussée hydrostatique exercée par ce matériau et éviter leurs éventuels déplacements ;
- il convient de respecter une certaine symétrie lors du remplissage de la tranchée pour éviter que les poussées latérales ne déplacent la canalisation ;
- après remblayage, un délai (quelques heures à vingt quatre heures selon les produits et les conditions du chantier) est nécessaire pour obtenir une portance autorisant la circulation piétonne et un délai plus long, pour la circulation des véhicules automobiles. Les matériaux essorables autorisent des délais plus courts ;
- l'emploi est limité à des tranchées présentant une faible pente longitudinale.

En fonction de son dosage en liant, un matériau autocompactant à base de ciment acquiert progressivement une cohésion plus ou moins importante, qui se traduit par une résistance en compression. Toutefois, au jeune âge, cette résistance est généralement modeste et la canalisation est alors sollicitée dans des conditions d'enrobage comparables à celles d'un sol non traité de bonne qualité et ce n'est donc que vis à vis de sollicitations appliquées à relativement long terme que l'on peut prendre en compte le bénéfice de l'augmentation de la résistance de l'enrobage. Dans les cas courants, on adoptera donc pour ces matériaux les caractéristiques d'un sol de groupe G1 compacté à 95 % de l'OPN. Dans des cas particuliers (ex. chargement à moyen terme), on pourra prendre en compte l'apport spécifique de résistance.

Il convient généralement d'assurer une excavation sans difficulté de la tranchée. Une valeur de résistance en compression du matériau de 2 MPa constitue une limite maximale couramment admise.

5.8 - La maîtrise de la qualité des travaux

La qualité des travaux est essentielle puisque, au même titre que la qualité de la conception et des produits mis en œuvre, elle conditionne la qualité de l'ouvrage dans son ensemble.

La démarche qualité s'appuie sur le Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité (SOPAQ), fourni par l'entrepreneur à l'appui de son offre. Sa mise en œuvre nécessite l'élaboration, pendant la période de préparation, des documents suivants :

- le Plan d'Assurance Qualité (PAQ), établi par l'entrepreneur à partir du SOPAQ ;
- le Schéma Directeur de la Qualité (SDQ), établi par le maître d'œuvre en concertation avec l'entrepreneur ;
- le plan de contrôle, établi par le maître d'oeuvre.

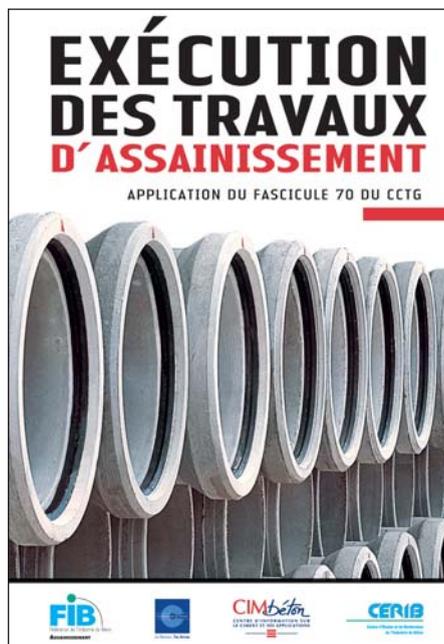
5.9 - La maîtrise des dispositions relatives à l'environnement

La prise en compte de l'environnement doit inclure :

- le respect de la législation en vigueur,
- les démarches relatives à l'obtention des autorisations administratives nécessaires pour l'exécution de l'ouvrage,
- le respect des exigences spécifiques du marché,
- la maîtrise des dispositions relatives à l'environnement, particulières à l'exécution des travaux.

5.10 - Guide de mise en œuvre

Pour faciliter l'application sur chantier des textes relatifs à la construction des réseaux, le CERIB, en partenariat avec la FIB, les Canalisateurs de France et CIMBETON, a réalisé un livret de poche didactique et largement illustré intitulé **“Exécution des travaux d'assainissement”** détaillant les prescriptions du fascicule n° 70 et les règles spécifiques aux produits d'assainissement en béton. Ce document peut être obtenu gratuitement auprès des partenaires cités.





Chapitre

6

Les essais préalables à la réception

6.1 - Généralités

6.2 - Épreuve de compactage

6.3 - Inspection visuelle ou télévisuelle

**6.4 - Vérification de la conformité
topographique et géométrique**

6.5 - Épreuve d'étanchéité

6.1 - Généralités

Conformément à l'arrêté du 22 décembre 1994, les ouvrages de collecte (eaux usées, eaux pluviales et unitaires) font l'objet d'une procédure de réception prononcée par le maître d'ouvrage. Ces examens font chacun l'objet d'un procès-verbal, établi au plus tard à la date des opérations préalables à la réception.

Les essais préalables à la réception comprennent :

- les épreuves de compactage ;
- la vérification des conditions d'écoulement ;
- l'inspection visuelle ou télévisuelle ;
- la vérification de conformité topographique et géométrique des ouvrages ;
- les épreuves d'étanchéité ;
- la vérification de la remise en état des lieux.

Les épreuves de compactage, d'étanchéité et l'inspection visuelle ou télévisuelle des ouvrages sont effectuées par un ou des organismes indépendants (externes à l'entreprise) et qualifiés, choisis par le maître d'ouvrage (une accréditation COFRAC attachée à cette activité a été mise en place).

6.2 - Épreuve de compactage

Les exigences de compacité du remblai sont fixées dans le CCTP en référence aux études géotechniques et au dimensionnement mécanique des ouvrages ; la régularité de la mise en œuvre des remblais et leur compacité sont vérifiées par un laboratoire agréé par le maître d'ouvrage. Ces exigences sont le plus souvent données par référence à un pourcentage de l'Optimum Proctor Normal (OPN).

Le contrôle doit permettre de tester la totalité des remblaiements ainsi que la zone d'enrobage et le lit de pose. En cas d'une hauteur de couverture importante, il est conseillé de réaliser ces essais en deux étapes : zone d'enrobage puis zone de remblai proprement dit.

Les points de contrôle sont généralement effectués à raison d'au moins un tous les 50 mètres linéaires et au moins 1 par tronçon (élément de canalisation entre deux regards). En ce qui concerne le contrôle de compactage autour des dispositifs d'accès sur les canalisations, la fréquence pourra être, par exemple, d'un essai sur trois dispositifs.

En pratique, le contrôle du compactage des remblais de tranchée est le plus souvent réalisé par la méthode du pénétromètre dynamique. Son principe consiste à mesurer l'enfoncement dans le sol d'un train de tiges terminé par une partie conique, en fonction de l'énergie de battage mise en œuvre.

On distingue trois grandes familles de pénétromètres dynamiques, selon que l'on mesure :

- un nombre de coups de mouton pour un enfoncement donné (norme XP P 94-063 - ex. : LRS) ;
- un enfoncement en millimètres pour chaque coup d'énergie constante (norme XP P 94-063 - ex. : PDG 1000) ;
- un enfoncement en millimètres pour chaque coup d'énergie variable (norme XP P 94-105 - ex. : PANDA).



Exemple de pénétromètre dynamique léger

6.2.1 - Interprétation des résultats

L'enregistrement du nombre de coups pour un enfoncement donné ou de l'enfoncement par coup en fonction de la profondeur permet l'établissement d'un diagramme appelé pénétrogramme. Le pénétrogramme est alors comparé aux valeurs limites de référence correspondant aux objectifs de densification en fonction de la profondeur et de la nature du matériau de remblaiement.

La norme XP P 94-063 définit les critères d'acceptation ou de refus.

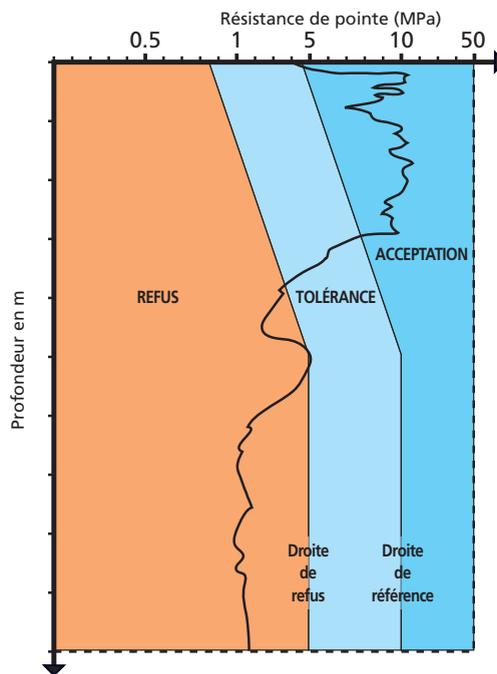


Figure 28 :
Exemple de pénétrogramme (Sol : B3 - Qualité : q3)

6.2.2 - Rapport de contrôle du compactage

Tout contrôle du compactage réalisé dans le cadre d'une réception de travaux fait l'objet d'un rapport qui constitue une pièce contractuelle. Le contenu minimal de ce rapport est fixé dans le « Référentiel technique pour l'accréditation des entreprises de contrôle » (TSM - numéro hors série 2000).

6.3 - Inspection visuelle ou télévisuelle

L'inspection visuelle ou télévisuelle est réalisée sur la totalité du réseau. Elle est effectuée soit par examen direct depuis la surface du sol pour les boîtes de branchement ou d'inspection, soit par examen visuel depuis l'intérieur de l'ouvrage pour les réseaux d'assainissement visitables et les regards de visite. Pour les canalisations non visitables et les branchements, l'inspection est réalisée à l'aide de systèmes vidéo en circuit fermé.

L'inspection visuelle doit répondre aux objectifs suivants de détection :

- pour les canalisations et les branchements : les anomalies d'assemblage (déboîtement, déviations angulaires, épaufrures, joints visibles, bague de butée mal placée), les anomalies de géométrie (changement de section, de pente, d'orientation, contre-pentes, coudes), les anomalies d'étanchéité visibles (infiltration, exfiltration), les anomalies structurelles (fissures, déformations, effondrement, écrasement, affaissement de voûte, éclatement, ovalisation, perforation, poinçonnement), les obstructions et obstacles (dépôts, éléments extérieurs, masque et pénétration de branchements), les défauts (défauts d'aspect, armatures visibles, détérioration des revêtements), les raccords de branchement (en précisant leurs positions, types et défauts, branchement pénétrant) ;
- pour les regards de visite et les boîtes de branchement ou d'inspection : les anomalies du tampon (voilé, descellé), les anomalies liées au dispositif de descente, les anomalies du dispositif de réduction et de la cheminée (assemblage et fissures), les anomalies des liaisons canalisation-regard, les anomalies de la cunette et des banquettes.

Les mesures de la distance entre le regard d'entrée et la section inspectée, ainsi que la mesure des pentes et de l'ovalisation, sont obligatoires. Les modalités pratiques de l'inspection ainsi que le contenu minimal du rapport d'inspection sont fixés dans le "Référentiel technique pour l'accréditation des entreprises de contrôle".

6.4 - Vérification de la conformité topographique et géométrique

La conformité des ouvrages aux plans d'exécution est vérifiée contradictoirement par le maître d'œuvre et l'entreprise ou par un organisme de contrôle. Pour le repérage géographique des ouvrages, la tolérance altimétrique dans l'axe du regard (fil d'eau) est de ± 10 % de la plus faible différence altimétrique entre deux regards avec un minimum de ± 10 mm.

6.5 - Épreuve d'étanchéité

6.5.1 - Généralités

Les épreuves d'étanchéité réalisées dans le cadre d'une réception de travaux sont exécutées après remblaiement total des tranchées. Elles sont effectuées par tronçons de réseau (canalisation, regard, branchement et boîte de branchement), sur la totalité des tronçons pris séparément. Par tronçon, on entend :

- la conduite comprise entre deux regards et les branchements qui s'y raccordent hors boîtes de branchement ou d'inspection ;



- un regard seul hors branchements qui s'y écoulent ;
- un branchement arrivant dans un regard hors boîte de branchement ;
- une boîte de branchement ou d'inspection.

L'essai d'étanchéité est réalisé conformément à la norme NF EN 1610 et au fascicule n° 70, soit sous faible pression d'air, soit à l'eau. Il y a lieu de se référer également au guide de bonne pratique des essais d'étanchéité (document commun FIB, Canalisateurs de France, SYNCRA, ASTEE, CIMbéton et CERIB). Ce guide présente sous forme synoptique, la démarche qu'il convient d'appliquer ainsi que les précautions de base à respecter pour réaliser des essais de bonne qualité, aboutissant à des résultats fiables et incontestables. Il peut être obtenu gratuitement sur simple demande auprès des organismes cités.

6.5.2 - Épreuve d'étanchéité à l'eau

L'épreuve est réalisée conformément à la méthode W de la norme NF EN 1610. Pour les composants en béton ou ceux possédant un revêtement intérieur à base de liant hydraulique, l'épreuve doit être précédée d'un temps d'imprégnation minimal de 1 heure.

Cas des canalisations

Si la situation de l'ouvrage le justifie, le CCTP prescrit que l'épreuve à l'eau est réalisée sous une pression de 4 m de colonne d'eau.

Cas particuliers

- Conduite de grand diamètre : sauf prescription différente, les essais individuels de tous les joints peuvent être acceptés pour les canalisations de DN > 1 000. Pour cet essai, la surface de référence correspond à celle d'un tuyau de 1 m de long.
- Canalisation posée en nappe phréatique : seule l'épreuve à l'eau est réalisée.
- Canalisation avec forte pente ou profondeur de couverture supérieure à 5 m : le CCTP doit préciser les conditions de réception.

Cas des regards

Le test consiste à mesurer le volume d'eau perdu par le regard pendant 30 minutes, avec une charge équivalente à la hauteur du regard qui correspond à la distance entre le fil d'eau et le haut du cône de réduction (c'est-à-dire au-dessus du dernier joint) puis à comparer ce volume perdu à celui autorisé par la méthode W.

6.5.3 - Épreuve d'étanchéité à faible pression d'air

Les épreuves sont réalisées conformément aux méthodes LB, LC ou LD (50 mbar, 100 mbar ou 200 mbar) de la norme NF EN 1610.

Cas des canalisations et des branchements

Lorsqu'une épreuve sur des canalisations en béton sec donne un résultat négatif, une imprégnation à l'eau est recommandée avant de renouveler l'essai. Après avoir vérifié l'efficacité des obturateurs, les essais consistent à mesurer la chute de pression d'air dans la conduite après un temps de tolérance T, fixé en fonction de la pression, du diamètre et de la nature de la canalisation, puis de la comparer à celle autorisée par la norme.

Cas des regards et des boîtes de branchement ou d'inspection

Lorsqu'une épreuve sur des produits en béton sec donne un résultat négatif, une imprégnation à l'eau est recommandée avant de renouveler l'essai. Pour éviter les risques de soulèvement, la valeur retenue pour la pression initiale est de 50 mbar.

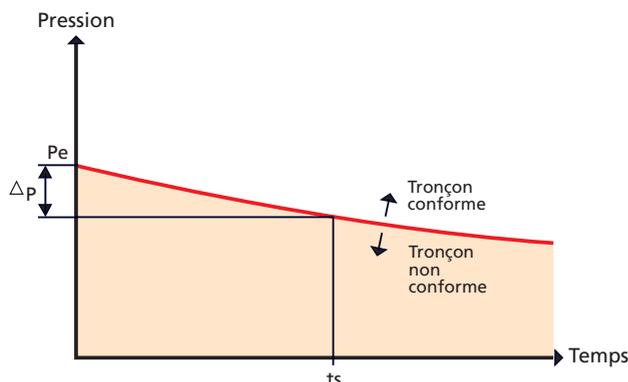


Figure 29 : Principe de l'essai à faible pression d'air

En ce qui concerne les valeurs de " t_s " et de " ΔP ", il convient de se référer à la norme NF EN 1610.

La pression d'essai " P_e " est choisie en fonction du type de composant à tester. On retient en général, 50 mbar ou 100 mbar pour les canalisations et 50 mbar pour les regards et les boîtes de branchement ou d'inspection.

La méthodologie d'un essai d'étanchéité sous basse pression d'air est la suivante :

- nettoyage de la surface de l'extrémité de la canalisation recevant les obturateurs ;
- obturation ;
- mise en pression à une valeur supérieure de 10 % à la pression d'essai " P_e " ;
- vérification de l'étanchéité au droit des dispositifs d'obturation ;
- maintien à cette pression pendant environ 5 minutes ;
- ajustement à la pression d'essai ;
- lancement du test jusqu'au temps " t_s " ;
- relèvement de la valeur de la chute de pression " ΔP " à l'issue du temps " t_s " ;
- si le test est négatif, il convient de vérifier à nouveau les obturateurs, éventuellement de les remettre en place, et de recommencer l'essai ;
- si la chute de pression est identique, le résultat du test est confirmé ;
- si la chute de pression est différente, les conditions d'essai sont défectueuses et il convient d'en rechercher les causes afin d'y remédier ;
- dépressurisation du tronçon puis démontage des obturateurs.

La norme NF EN 1610 précise que dans le cas d'un premier échec ou d'un échec prolongé de l'essai à l'air, un recours à l'essai à l'eau est admis et le résultat de l'essai à l'eau doit être seul décisif.



Chapitre

7

Les chartes de qualité des réseaux

Malgré les textes de référence relatifs aux travaux d'assainissement, la longue expérience en matière de qualité finale et de comportement dans le temps des réseaux d'assainissement a révélé la nécessité de favoriser une plus large concertation entre tous les acteurs d'un projet. C'est dans cet esprit que se sont mises en place depuis une dizaine d'années, des chartes de qualité pour la réalisation des réseaux d'assainissement. Les chartes sont signées au plan local (bassin hydrologique, région voire département) par tous les acteurs concernés par les projets de réseaux d'assainissement (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entrepreneur, organisme d'inspection, fournisseur et financeur) qui s'engagent collectivement dans une démarche d'amélioration de la qualité des réseaux. Ces initiatives ont abouti à un net progrès dans les résultats des essais préalables à la réception des travaux.

C'est sur ce constat que des travaux pour élaborer une charte à caractère national (applicable dans tous les secteurs ne disposant pas de charte locale) ont été entrepris. La profession du béton et le CERIB se sont largement impliqués dans la mise en place de ces chartes et notamment, pour la mise au point d'outils visant à en faciliter l'application. Nul doute que ces démarches collectives et volontaires d'amélioration de la qualité auront, à terme, un fort impact positif sur la qualité mais aussi sur la pérennité des réseaux.







Chapitre

8

Annexe

**Recommandation aux maîtres d'ouvrage
publics, relative à l'utilisation des outils
tels que CCTG, normes, avis techniques
et certifications**

La définition des spécifications d'un marché public est en pleine évolution. L'unification du marché européen, le rôle accru de la normalisation, la notion d'équivalence et l'apparition de l'euro sont autant de facteurs nouveaux qui nécessitent une présentation claire et précise.

De ce document sont extraits les quelques passages suivants, qui constituent les réponses aux questions qui peuvent se poser aux prescripteurs.

La “recommandation aux maîtres d’ouvrage publics relative à l’utilisation des normes et des certifications dans les spécifications et à l’appréciation des équivalences (voir note T1-99), préparée par le GPEM*”, propose des analyses, des recommandations et fournit un grand nombre d’informations pratiques d’une grande utilité.

Qu’apportent le CCTG et les normes ?

Le CCTG donne une valeur contractuelle à une “doctrine technique commune” pour les marchés qu’il couvre. Cependant, il est toujours possible, quand les particularités du marché (objet, conditions d’exécution, etc.) le justifient, de s’écarter des dispositions du CCTG en introduisant des dérogations dans les documents particuliers du marché.

L’article 12 du Code des marchés publics, qui précise que les CCTG sont applicables à tous les marchés publics, ne distingue pas l’État des collectivités territoriales. Ce code confirme que les CCTG font partie des conditions dans lesquelles sont exécutés les marchés.

L’utilisation des normes est un des éléments de la “doctrine technique commune”. La référence aux normes applicables peut être faite par le canal du CCTG.

* GPEM : Groupe Permanent d’Étude des Marchés

Les normes sont un outil de prescription. En codifiant l'état de l'art, elles évitent de réinventer la technique. Il en est de même des certifications : des fascicules prévoient que les produits d'un certain type doivent être certifiés lorsque cette exigence fait partie de la "doctrine technique commune" pour assurer la qualité de l'ouvrage.

La référence à la marque NF dans un marché public est-elle toujours possible ?

Une marque de qualité française (NF ou autre) constitue la référence technique qui doit être respectée par les produits, y compris si le maître d'ouvrage accepte de faire jouer la clause d'équivalence. Dans le cas d'une référence à des marques de qualité françaises, le titulaire du marché pourra proposer au maître d'ouvrage des produits qui bénéficient de modes de preuve en vigueur dans les pays de l'Espace Économique Européen (EEE)*.

Quels sont les critères d'appréciation de l'équivalence ?

L'appréciation de l'équivalence porte sur trois critères constitutifs de la certification : les caractéristiques du produit, les procédures de contrôle ainsi que les garanties de sérieux offertes par l'organisation d'assurance qualité interne et les procédures de l'organisme certificateur.

Quels sont les documents que doit produire un demandeur d'équivalence ?

Le demandeur doit produire toutes les justifications pertinentes concernant :

- les normes utilisées ;

* Les 15 pays de l'Union européenne, la Norvège, le Liechtenstein et l'Islande

- les processus de certification (rapport d'essais sur le produit, audit du système qualité du producteur, etc.) ;
- l'existence d'une accréditation de l'organisme certificateur et des laboratoires d'essai.

Qui doit apporter les éléments de preuve pour l'invocation d'une clause d'équivalence ?

Il s'agit tout simplement du soumissionnaire ou du titulaire du marché en relation avec le producteur du produit concerné. Les documents présentés doivent être des preuves et non des affirmations non vérifiables. Le demandeur, respectueux de la fonction de maîtrise d'ouvrage, devra fournir des documents accompagnés de leur traduction en français, présentés de manière complète et dans les délais impartis.

Qui apprécie la clause d'équivalence ?

Le maître d'ouvrage en a la responsabilité. Son rôle est d'évaluer le bien-fondé de l'invocation de la clause d'équivalence dans les délais qui lui sont nécessaires. Il fera appel, le cas échéant, à des services, organismes spécialisés ou experts semblables à ceux qui sont directement impliqués dans les systèmes de certification.

Un demandeur qui prétend faire jouer la clause d'équivalence sans être capable de fournir au maître d'ouvrage les pièces justificatives qui lui permettent d'en apprécier le bien-fondé est un fournisseur qui ne respecte ni la lettre, ni l'esprit des dispositions du traité de Rome.

Dans quels délais une demande de clause d'équivalence est-elle recevable ?

La demande du titulaire doit être présentée au maître d'ouvrage dans un délai d'un mois avant tout acte qui pourrait constituer un début d'approvisionnement. Le maître d'ouvrage dispose de 30 jours calendaires pour accepter ou refuser le produit proposé. Tout produit dit "équivalent", fourni sur le chantier sans respecter ce délai, est livré en contradiction avec les clauses du marché. Il doit donc être immédiatement retiré sans préjudice des frais de retard ou d'arrêt du chantier.

Quelle est la valeur de la certification délivrée dans les autres pays ?

Pour les pays qui font partie de l'Espace Économique Européen, seuls sont examinés les certificats émis par des certificateurs accrédités par des organismes d'accréditation signataires des accords EA* ou à défaut, fournissant la preuve de leur conformité à la norme EN 45011. Pour les autres cas, il n'existe aucun accord général de reconnaissance mutuelle dans le secteur du BTP. Par conséquent, les certificats et attestations divers émis dans ces pays sont à examiner avec une vigilance toute particulière.

■ Accès à l'information sur les normes

AFNOR

Association Française de Normalisation

11, avenue Francis de Pressensé

93571 Saint-Denis La Plaine Cedex

Tél. : (0)1 41 62 80 00

Fax : (0)1 49 17 90 00

www.afnor.fr

L'AFNOR propose un service d'assistance en information normative :
Norm'Info Tél : (0)1 41 62 76 44

* European Accreditation

■ Accès à l'information sur les avis techniques bâtiment et assainissement

CSTB

Secrétariat des avis techniques

4, avenue du Recteur-Poincaré

75782 Paris Cedex 16

Tél. : 01 40 50 28 28

Fax : 01 45 25 61 51

www.cstb.fr

■ Accès à l'information sur les référentiels de certification

D'une manière générale, c'est auprès des organismes certificateurs que l'on peut obtenir l'information sur les référentiels de certification, qu'il s'agisse de certifications françaises ou étrangères.

■ Sources d'information sur les organismes de certification français

SQUALPI

Sous-direction de la normalisation, de la Qualité et de la propriété industrielle
DiGITIP

Bât : Le Bervil

12, rue Villiot

75572 PARIS CEDEX 12

www.industrie.gouv.fr

Le SQUALPI, par l'intermédiaire de l'AFNOR, assure l'application de la politique de normalisation définie par les pouvoirs publics.

COFRAC

Le Comité Français d'Accréditation dispose de la liste des organismes qu'il a accrédités ainsi que de la liste des organismes signataires des accords EA.

37, rue de Lyon - 75012 Paris

Tél. : 01 44 68 82 20

Fax : 01 44 68 82 21

www.cofrac.fr

AFOCERT

Association Française des Organismes de Certification des produits de la construction

c/o AFNOR

11, avenue Francis de Pressensé

93571 Saint-Denis La Plaine Cedex

Tél : 01 41 62 80 00

Fax : 01 49 17 90 00

www.afocert.asso.fr

Le serveur AFOCERT présente, pour la plupart des certifications françaises concernant les produits de construction (mais le génie civil et les travaux et équipements routiers ne sont couverts que partiellement), une fiche de synthèse précisant : la famille de produits, les caractéristiques certifiées, les organismes gestionnaires et le chemin d'accès à la liste des productions certifiées.

CERIB

Le serveur Internet du CERIB (www.cerib.com) donne, pour les 28 familles de produits en béton pour le bâtiment et le génie civil : la certification (NF, QualiF-IB, CSTBat), les caractéristiques certifiées, l'organisme gestionnaire et la liste des productions certifiées.

SETRA

Le serveur Internet du SETRA (www.setra.equipement.gouv.fr) donne des indications sur les certifications dans le domaine des travaux et équipements routiers.

Réalisation graphique : DBG Studios - S2109
Octobre 2004

CIMbéton

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

e-mail : centrinfo@cimbeton.net
internet : www.infociments.fr



23, rue de la Vanne • 92126 Montrouge Cedex
Tél. 01 49 65 09 09 • Fax 01 49 65 08 61

e-mail : fib@fib.org
internet : www.fib.org

CERIB

Centre d'Études et de Recherches
de l'Industrie du Béton

BP 30 059 • 28231 Épernon Cedex
Tél. 02 37 18 48 00 • Fax 02 37 18 48 68

e-mail : cerib@cerib.com
internet : www.cerib.com