



GUIDE D'AIDE AU CHOIX DES
MATERIAUX DE RESEAUX D'EAU
POTABLE ET /OU
D'ASSAINISSEMENT

Septembre 2015

INTRODUCTION

Le développement des canalisations propose des alternatives qui nécessitent de prendre en compte les caractéristiques spécifiques et leur mise en œuvre. Le code des marchés publics permet aux entreprises de proposer des modifications (variantes) ; celles-ci doivent cependant respecter les recommandations des fascicules 70, 71 et la réglementation associée. Le but de ce guide est de faire connaître aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, les différents produits disponibles sur le marché, les aider dans leur choix suivant leur destination et attirer leur attention sur l'interaction sol/tuyau. Ce guide traite des matériaux des réseaux d'eau potable, d'assainissement gravitaire et sous pression.

Si notre patrimoine doit être renouvelé, il faut que les ouvrages construits tiennent compte d'un certain nombre de paramètres afin de garantir le long terme. Il faut prendre en compte l'évolution de l'environnement qu'ils soient sous-terrain (géotechnique) ou qu'ils soient de surface (solution évolutive). Le Grenelle II nous impose certaines règles comme le recyclage des matériaux. Tous les matériaux sont en général réutilisables. Il faut bien sur les identifier, car certains peuvent nécessiter un traitement (aérien, liant, écrêtement, humidification) pour répondre aux exigences du marché.

Sommaire

Guide d'aide au choix des matériaux pour les réseaux d'eau potable	6
I. Rappel des textes relatifs à la conformité d'un matériau	6
I.1. Généralités	6
I.2. Conformité sanitaire.....	6
I.3. Les Normes	7
I.4. Marquage CE	7
I.5. L'avis technique	8
I.6. Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX).....	8
I.7. Marque NF.....	8
1.8. Attestation de conformité aux normes établie par un tiers	9
II. Liste des matériaux utilisés pour les réseaux d'eau potable :.....	9
III. Critères de conception et de choix.....	9
III.1. Contraintes extérieures/mécaniques.....	9
III.2. Résistance des matériaux.....	10
III.2.1. Résistance mécanique :.....	10
III.2.2. Rigidité annulaire :.....	10
III.3. Critères d'ovalisation.....	11
III.4. Exigences	11
III.4.1. Exigences géométriques.....	11
III.4.2. Exigences hydrauliques	11
III.4.3. Pression	12
III.5. Durabilité du matériau	14
III.6. Etanchéité (compatibilité inter matériaux).....	14
III.7. Résistance à la corrosion	14
III.7.1. Interne	14
III.7.2. Externe	14

IV. Mise en œuvre	15
V. Développement durable	16
VI. Difficultés pour les collectivités sur le choix approprié	16
Guide d'aide au choix des matériaux pour les réseaux d'assainissement	17
I. Rappel des textes relatifs à la conformité d'un matériau	17
I.1. Les Normes	17
I.2. Marquage CE	17
I.3. L'avis technique	18
I.4. Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX).....	18
I.5. Marque NF.....	19
II. Liste des matériaux utilisés pour l'assainissement	19
II.1. Matériaux utilisés	19
II.1.1. Assainissement gravitaire.....	19
II.1.2. Assainissement sous pression	20
II.2. Les regards de visite et boîtes de branchement	20
II.3. Choix des équipements	20
III. Critères de conception et de choix.....	21
III.1. Compatibilité avec les contraintes extérieures.....	21
Rappel des caractéristiques des effluents :.....	21
III.2. Contraintes mécaniques.....	21
III.3. Résistance des matériaux.....	21
III.3.1. Résistance mécanique :	21
III.3.2. Rigidité annulaire :.....	22
III.4. Résistance abrasion (méthode d'essai donnée dans la norme NF EN 295-3).....	23
III.5. Critères d'ovalisation.....	24
III.6. Exigences	24
III.6.1. Exigences géométriques.....	24

III.6.2. Exigences hydrauliques	24
III.6.3. Pression (refoulement etc.).....	24
III.7. Durabilité du matériau	26
III.8. Etanchéité (compatibilité inter matériaux)	26
III.9. Résistance à la corrosion	26
III.9.1. Résistance interne	26
III.9.2. Résistance externe	27
III.10. Résistance aux matières polluantes	27
IV. Mise en œuvre	28
V. Développement durable	29
VI. Difficultés pour les collectivités sur le choix approprié	29
INFORMATIONS CHARTE QUALITE :	30
SOURCES.....	31
ANNEXES.....	32
Annexe 1: Dispositions règlementaires relatives à la conformité sanitaire.....	32
Annexe 2 : Caractéristiques des Marquages CE, certifications produits et systèmes de management	33
Annexe 3 : Comparatif des matériaux utilisés pour l'eau potable	34
Annexe 4 : Comparatif des matériaux utilisés pour l'assainissement.....	35
Annexe 5 : Caractéristiques des équipements des réseaux	36

Table des illustrations et tableaux

Tableau 1 : Classes de résistance et de rigidité usuelle des matériaux utilisés pour l'eau potable.....	11
Tableau 2 : Désignations des pressions dans le domaine de l'eau potable	13
Tableau 3 : Classes de résistance et de rigidité usuelle des matériaux utilisés pour l'assainissement	23
Tableau 4 : Désignations des pressions	24
Figure 1 : Remblayage des tranchées – eau potable.....	15
Figure 2 : Remblayage des tranchées - assainissement	28

Guide d'aide au choix des matériaux pour les réseaux d'eau potable

I. Rappel des textes relatifs à la conformité d'un matériau

I.1. Généralités

Il existe à votre disposition plusieurs documents qui attestent de la conformité d'un produit tels que :

- Les Normes
- Le Marquage CE
- L'Avis technique
- L'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX)
- La Marque NF

Lorsqu'un produit utilisé dans la réalisation d'un réseau d'eau potable et/ou d'assainissement fait l'objet d'une ou de plusieurs normes françaises, normes européennes ou étrangères (NF EN ou NF ISO) reconnues équivalentes, il doit être conforme à ces dites normes en vigueur.

Cette conformité peut être prouvée par :

- la certification NF (réalisée par un organisme tiers indépendant) ou par une certification étrangère reconnue équivalente ;
- à défaut de certification, au moyen d'une réception obligatoire par lot sur chantier effectuée avant la mise en œuvre 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 805
- l'attestation de conformité aux normes délivrée par un organisme tiers indépendant.

I.2. Conformité sanitaire

La réglementation en matière de produits entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine est régie par le code de la santé publique. Aujourd'hui, seule la réglementation sanitaire française s'applique.

En application de l'article R. 1321-48 du code de la santé publique, toute personne responsable de la mise sur le marché d'un matériau ou d'un objet doit donc :

- proposer des matériaux et objets respectant les dispositions spécifiques fixées réglementairement pour le groupe de matériaux et objets auquel il appartient ;
- s'assurer, préalablement à la mise sur le marché, du respect des dispositions spécifiques le concernant ;
- tenir à disposition, de l'administration et de ses clients, les preuves de conformité sanitaire du matériau ou objet, attestant du respect des dispositions spécifiques.

En application de l'article R. 1321-49 du code de la santé publique, toute personne responsable de la production, de la distribution ou du conditionnement d'eau destinée à la consommation humaine (PRPDE) doit, depuis le point de prélèvement jusqu'au point d'usage, s'assurer qu'il n'utilise que des matériaux et objets conformes aux dispositions réglementaires. Il doit donc vérifier auprès de ses fournisseurs les preuves de conformité sanitaire des matériaux et objets avant leur mise en œuvre en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Selon la nature constitutive et l'usage du matériau ou de l'objet, la preuve de conformité sanitaire doit être produite :

- soit par un laboratoire habilité par le ministre chargé de la santé (CAS¹, CLP² ou ACS³), cf. annexe 1
- soit par le responsable de la première mise sur le marché (déclaration sur l'honneur, certificats d'analyse, etc.).

I.3. Les Normes

Les normes ont pour but de clarifier et simplifier les relations contractuelles. Elles fournissent des caractéristiques, des techniques et des méthodes de fabrication, d'analyse ou d'essai, qui peuvent s'appliquer à un produit ou à un résultat à atteindre. Une norme peut ainsi s'entendre comme un document de référence sur un sujet donné, dont elle reflète l'état de l'art, de la technique et du savoir-faire.

I.4. Marquage CE

C'est un marquage qui permet aux produits de circuler librement dans l'espace européen Il est réglementaire et obligatoire dans certain cas. Les produits marqués CE sont présumés conformes aux normes « produits ». Le marquage CE ne vaut pas conformité sanitaire⁴.

D'après le Règlement (UE) n°305/2011, le marquage CE est apposé sur les produits de construction pour lesquels le fabricant a établi une déclaration des performances. En apposant ou en faisant apposer le marquage CE, les fabricants indiquent qu'ils assument la responsabilité de la conformité du produit de construction avec les performances déclarées ainsi que de la conformité avec toutes les exigences applicables prévues par le règlement et d'autres législations d'harmonisation de l'Union qui prévoient un tel marquage.

De fait, certifier NF un produit dont le système d'évaluation et de vérification de la constance des performances applicable est un système 1 améliore la protection du consommateur par l'intervention d'une tierce partie indépendante et compétente.

¹ CAS : Certificat d'Aptitude Sanitaire

² CLP : Certificat de conformité aux Listes Positives

³ ACS : Attestation de Conformité Sanitaire

⁴ Actuellement, il n'y a pas de normes harmonisées pour tous les matériaux.

I.5. L'avis technique

Lorsqu'un produit utilisé dans la réalisation d'ouvrages ne fait pas l'objet d'une norme française ou européenne ou en l'absence de référentiel de certification, 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.

Un produit sous avis technique peut aussi être conforme à une norme (propre à certains matériaux, ex : le PRV).

L'avis Technique est une appréciation impartiale formulée par un groupe d'experts indépendants.

Il est rappelé que pour être valide, un avis technique doit être accompagné de la certification visée (certification CSTBat⁵) et valide dans le dossier technique, basée sur un suivi annuel et un contrôle extérieur.

I.6. Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX)

Dans le but de réduire les difficultés que rencontrent les promoteurs de techniques nouvelles, le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), organisme indépendant, met à la disposition des innovateurs une procédure rapide pour l'appréciation technique de tout produit, procédé ou équipement ne faisant pas encore l'objet d'un Avis Technique et dont la mise au point nécessite une utilisation expérimentale sur un ou plusieurs chantiers.

La procédure de "l'Appréciation Technique d'Expérimentation" se situe en amont de l'Avis Technique, lequel, après expérimentation, demeure la procédure normale pour orienter et faciliter le développement industriel des techniques nouvelles.

I.7. Marque NF

La conformité d'un produit aux conditions d'un marché peut être prouvée par une marque de qualité. Ces marques de qualité sont facultatives et de nature volontaire pour les fabricants. Elles attestent de la conformité des produits aux exigences figurant dans le référentiel de certification de la marque. Chaque usine certifiée est régulièrement auditée par un organisme accrédité, indépendant du fabricant. Des essais sont réalisés en usine et en laboratoire pour vérifier les performances ainsi que la constance des fabrications. Les modalités des contrôles effectués dans le cadre d'une marque de qualité figurent dans le référentiel de la marque. Un logo propre à la marque de qualité est apposé sur les produits titulaires de cette marque.

Les marques NF, garantissent à l'utilisateur que le produit est conforme aux caractéristiques figurant dans les normes NF et qu'il est fabriqué en respectant les exigences figurant dans le référentiel de la marque. La marque NF est gérée par l'AFNOR qui peut en déléguer la gestion à un

⁵ Dans le domaine des produits de construction, la certification CSTBat atteste notamment la conformité des produits visés et du système de contrôle de leur qualité aux Avis techniques délivrés par le CSTB pour ces produits et au référentiel CSTBat. C'est une façon privilégiée pour les fabricants de démontrer que leurs produits sont adaptés aux règles de construction applicables.

organisme mandaté. Le logo de la marque assure l'identification de tout produit certifié. La liste des produits certifiés NF (et des sites de fabrication) est disponible sur le site de l'AFNOR (<http://www.afnor.org/>)

La marque NF n'existe pas pour tous les matériaux (liste non exhaustive) :

- Marque NF PVC bi-orienté et thermoplastique
- Marque NF pièces de voirie
- Marque NF Tube en polyéthylène
- Marque NF robinetterie fontainerie

1.8. Attestation de conformité aux normes établie par un tiers

Lorsque la marque NF n'existe pas, les fabricants peuvent attester de la conformité à la norme avec des certificats établis par des organismes tiers habilités.

L'Attestation de conformité aux normes délivrée par un organisme tiers indépendant.

II. Liste des matériaux utilisés pour les réseaux d'eau potable :

Au moment de la réalisation du chantier, le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre doit vérifier que les ACS sont en cours de validité pour toute la chaîne qui constitue le réseau (canalisation, fontainerie, robinetterie, lubrifiants...).

Les matériaux utilisables pour les réseaux d'eau potable sont les suivants :

- Acier : NF EN 10224
- Béton : NF EN 639, 640, 641, 642
- Fonte : NF EN 545
- Polyester renforcé de fibres de verre (PRV) : NF EN 1796
- Polyéthylène haute densité (PE-HD) : Norme NF EN 12201
- Polychlorure de vinyle (PVC) : NF T54-034 ?

III. Critères de conception et de choix

Le MOE doit être vigilant à la compatibilité technique des équipements (vannes, coudes, T...).

III.1. Contraintes extérieures/mécaniques

Plusieurs actions externe aux réseaux peuvent endommagées les canalisations. Les principaux risques sont d'ordre géotechnique. Le plus fréquent de ces risques géotechnique est le tassement du sol environnant. En effet, dès que les tassements sont importants il y a risque de tassements différentiels, et donc pour la canalisation, risque de déboitements avec pertes d'étanchéité, contre-pentes, fissuration, déformation, rupture.

On peut également être confronté à des glissements de terrains, qui entraînent avec eux les canalisations, ces mouvements peuvent être dû à la remonté d'une nappe par exemple. Il peut également se produire des affaissements et effondrements de terrains entraînant des cisaillements sur les canalisations, pouvant aller jusqu'à leurs destruction complète.

III.2. Résistance des matériaux

III.2.1. Résistance mécanique :

La détermination des caractéristiques mécaniques d'un tuyau est fonction des charges qu'il doit supporter. Le comportement des canalisations sous l'effet des charges liées aux remblais ainsi qu'aux charges roulantes est différent selon le type de matériau de la canalisation.

Les canalisations rigides (béton,..) cassent en cas de contrainte excessive, d'où l'adoption des critères de charge à la rupture pour éviter la fissuration.

Les canalisations souples Thermoplastique et flexibles en PRV s'ovalisent en cas de sollicitations trop importantes vis-à-vis de l'ouvrage d'où l'adoption des critères de déformation admissible, faisant intervenir d'autres paramètres tels que le vieillissement, la fatigue, la nature des sols de remblai et leur niveau de compactage.

La capacité portante diffère d'un type de tuyau à l'autre :

- **Pour un tuyau rigide (Béton)**, la capacité portante est limitée par la rupture ou un dépassement de contrainte, sans déformation significative de sa section
- **Pour un tuyau semi-rigide (Fonte, Acier)**, la capacité portante est limitée soit par la déformation/le dépassement de contraintes (comportement flexible), soit par la rupture (comportement rigide) selon sa rigidité annulaire
- **Pour un Tuyau flexible (PVC, PRV, PEHD)**, la capacité portante est limitée par une déformation diamétrale sous charge à une valeur maximale de calcul, sans rupture ou dépassement de contrainte

Il convient de justifier la tenue mécanique conformément au fascicule 70 du CCTG, article IV.2.

Cette vérification peut s'effectuer aisément à partir de logiciels spécifiques souvent disponibles par l'intermédiaire des organisations professionnelles.

Il convient de vérifier, avec l'aide du maître d'œuvre, le comportement longitudinal de la conduite.

III.2.2. Rigidité annulaire :

La rigidité annulaire spécifique (ras) traduit la capacité d'une canalisation à résister à une déformation annulaire.

Pour prendre en compte le "vieillissement" de certains matériaux (tous les matériaux à l'exception de la fonte) on distingue :

- rasi = rigidité annulaire instantanée

- rasv = rigidité annulaire différée (vieillie).

Ces critères permettent d'apprécier le comportement à court et long terme.

Dans le cas de tuyaux à comportement flexible les valeurs "rasi" correspondent à la classe de rigidité.

rasi = CR (en kN/m²) ou SN et sont indiquées dans les normes produits ou les avis techniques.

RAS (Rigidité Annulaire Spécifique) = CR (Classe de Rigidité) = SN (Stiffness Nominal, Nenn-Steifigkeit)

ras doit-être exprimée en kN/m² mais certains fabricants utilisent les N/m²

Tableau 1 : Classes de résistance et de rigidité usuelle des matériaux utilisés pour l'eau potable

La rigidité initiale est la rigidité minimum garantie par les normes, des rigidités de classes supérieures peuvent être garanties par des avis techniques, ou des ATEX ...

Type de matériau	Unités	Classes de résistance	Classes de rigidité initiale
Béton ame tôle	KN/m ²	90A-135A-165A-200A	
Fonte	KN/m ²		Rigidité selon DN et classe, respect de la norme NF EN 545
PEHD	KN/m ²		CR16-CR32
PRV	N/m ²		SN5000, SN10000 et SN20000

(Cf. annexe 3)

III.3. Critères d'ovalisation

Les tuyaux à comportement flexibles et semi-rigides sont soumis à des phénomènes d'ovalisation dont les tolérances sont fixées par les normes (cf annexe3).

III.4. Exigences

III.4.1. Exigences géométriques

Cf. annexe 3 caractéristiques des produits (longueurs, etc.)

III.4.2. Exigences hydrauliques

Le calcul hydraulique doit être mené afin de prouver que le réseau :

- satisfera les besoins estimés ;
- sera exploité avec des vitesses d'écoulement acceptables ;
- sera exploité sans dépasser la gamme de pressions prévues.

En outre, la pression de calcul en régime permanent et la pression maximale de calcul doivent être fixées aux points correspondants du réseau.

Les diamètres nécessaires pour satisfaire aux exigences de débit correspondant au gradient hydraulique disponible doivent être vérifiés en utilisant les formules suivantes :

$$H_r = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$
$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{2,5 l}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7 l \cdot D} \right)$$
$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Équation 1 : Calcul hydraulique relatif à la pression

où :

- Δp est la perte de pression, en pascals ¹⁾ ;
- H_r est la perte de charge totale, en mètres ;
- λ est le coefficient de perte de charge ;
- L est la longueur de la conduite, en mètres ;
- g est l'accélération de la pesanteur, en mètres par seconde au carré ;
- D est le diamètre intérieur du tuyau, en mètres ;
- ρ est la masse spécifique de l'eau, en kilogrammes par mètre cube ;
- Re est le nombre de Reynolds ;
- ν est la viscosité cinématique de l'eau, en mètres carrés par seconde ;
- k est la rugosité hydraulique, en mètres ;
- v est la vitesse de l'eau, en mètres par seconde.

Définitions :

Diamètre extérieur (OD) : diamètre extérieur moyen du fût du tuyau dans une section quelconque. Pour les tuyaux à profils extérieurs sur le fût, le diamètre extérieur est pris comme le diamètre maximal vu en coupe.

Diamètre intérieur (ID) : diamètre intérieur moyen du fût du tuyau dans une section quelconque.

Diamètre nominal (DN/ID ou DN/OD) : désignation numérique du diamètre d'un composant, laquelle est un nombre entier approximativement égal à la dimension réelle en millimètres. Ceci s'applique soit au diamètre intérieur (DN/ID) soit au diamètre extérieur (DN/OD).

Il convient d'être vigilant sur la signification des diamètres nominaux donnés par les fournisseurs. Par exemple, le diamètre nominal d'une canalisation en PVC correspond au diamètre externe tandis que pour une canalisation en béton ce diamètre correspond au diamètre interne. (Diamètre utilisé pour le dimensionnement hydraulique).

III.4.3. Pression

Pour la désignation des pressions :

Tableau 2 : Désignations des pressions dans le domaine de l'eau potable

Abréviations	Désignations	Domaines
DP	Pression de calcul en régime permanent	Pressions relatives au réseau
MDP	Pression maximale de calcul	
STP	Pression d'épreuve du réseau	
PFA	Pression de fonctionnement admissible	Pressions relatives au composant
PMA	Pression maximale admissible	
PEA	Pression d'épreuve admissible sur chantier	
OP	Pression de fonctionnement	Pressions relatives au réseau
SP	Pression de service	

Définitions :

Pression maximale admissible (PMA) : pression maximale, y compris le coup de bélier, à laquelle un composant est capable de résister lorsqu'il y est soumis de façon intermittente en service.

Pression de fonctionnement admissible (PFA) : pression hydrostatique maximale à laquelle un composant est capable de résister de façon permanente en service.

Pression d'épreuve admissible sur chantier (PEA) : pression hydrostatique maximale à laquelle un composant nouvellement mis en œuvre est capable de résister pendant un laps de temps relativement court afin d'assurer l'intégrité et l'étanchéité de la conduite.

Pression de calcul en régime permanent (DP) : pression maximale de fonctionnement du réseau ou de la zone de pression, fixée par le concepteur en tenant compte des développements futurs mais non compris le coup de bélier.

Pression maximale de calcul (MDP) : pression maximale de fonctionnement du réseau ou de la zone de pression, fixée par le concepteur, y compris le coup de bélier, compte tenu de développements futurs où :

- MDP s'écrit MDPa lorsque la part coup de bélier est fixée forfaitairement ;
- MDP s'écrit MDPC lorsque le coup de bélier est calculé.

Pression de fonctionnement (OP) : pression interne qui s'exerce à un instant donné en un point déterminé du réseau d'alimentation en eau.

Zones de pression : étages de pression dans le cadre d'un réseau d'alimentation en eau.

Pression de service (SP) : pression interne fournie au point de raccordement à l'installation du consommateur, à débit nul dans la conduite de branchement.

Coup de bélier : fluctuations rapides de la pression dues aux variations de débit pendant de courts laps de temps.

Pression d'épreuve du réseau (STP) : pression hydrostatique appliquée à une conduite nouvellement posée de façon à s'assurer de son intégrité et de son étanchéité.

Il appartient au C.C.T.P. de spécifier les valeurs des pressions de calcul et les conditions de refoulement ou de distribution susceptibles de créer des surpressions et dépressions, ainsi que les effets calculés de sujétions particulières, telles que coups de béliers, fréquence des pulsations (cas de desserte par surpression) action des dispositifs de protection et de défense contre l'incendie afin de justifier ainsi le choix des matériaux éventuellement fixé.

III.5. Durabilité du matériau

Cf. Annexe 3

III.6. Etanchéité (compatibilité inter matériaux)

L'étanchéité des réseaux dépend :

- des conditions de mise en œuvre (conformément au fascicule 71),
- des assemblages qui sont essentiellement liés à la stabilité des raccords, ovalisation différentielle, déviation angulaire non respectée
- de la conception des jonctions

Les problèmes d'étanchéité sont situés le plus souvent au niveau des joints. Ils peuvent provenir d'une ovalisation différentielle au niveau de l'assemblage (manchons plus rigides que la canalisation, raccordement à des ouvrages de nature différente), d'une mauvaise réalisation du lit de pose (déboîtement, déviation), mauvais dimensionnement des butées ou des longueurs à verrouiller.

Pour vérifier l'étanchéité du réseau, il faut réaliser des essais de pression.

III.7. Résistance à la corrosion

III.7.1. Interne

Tous les matériaux et joints proposés sont compatibles avec les eaux conformes à la directive européenne 98/83/CE relative aux eaux destinées à la consommation humaine.

III.7.2. Externe

Protection contre un environnement agressif

Les mesures de protection peuvent comprendre :

- des revêtements pour certains composants métalliques, lesquels sont conçus de façon adéquate pour divers niveaux de corrosivité du sol ;
- des tuyaux de protection ou une protection métallique pour certains composants en matière plastique dans les sols contaminés ;
- des revêtements ou des compositions adéquates du béton pour certains composants en béton dans des sols agressifs ;
- divers types de dispositions à la mise en œuvre ;
- la protection cathodique.

La contamination du sol par des substances organiques telles que les hydrocarbures et les hydrocarbures chlorés peuvent avoir des effets contraires sur :

- la qualité de l'eau (par perméation des substances organiques à travers la paroi des tuyaux) ;
- les propriétés de certains composants en matière plastique ;
- la perméabilité et la durabilité de certaines garnitures d'étanchéité en caoutchouc ;
- la résistance contre la corrosion de certains composants métalliques.

Lorsqu'une étude de sol indique une telle contamination du sol, il y a lieu pour le concepteur de prendre en considération des mesures telles que celles décrites ci-dessous :

- dans les zones affectées, prendre des matériaux moins vulnérables ;
- poser les tuyaux sujets à la perméation dans des fourreaux protecteurs ;
- utiliser un caoutchouc approprié pour les joints ;
- utiliser une protection anti-corrosion pour les matériaux métalliques ;
- remplacer le sol ;
- changer le tracé de la conduite.

IV. Mise en œuvre

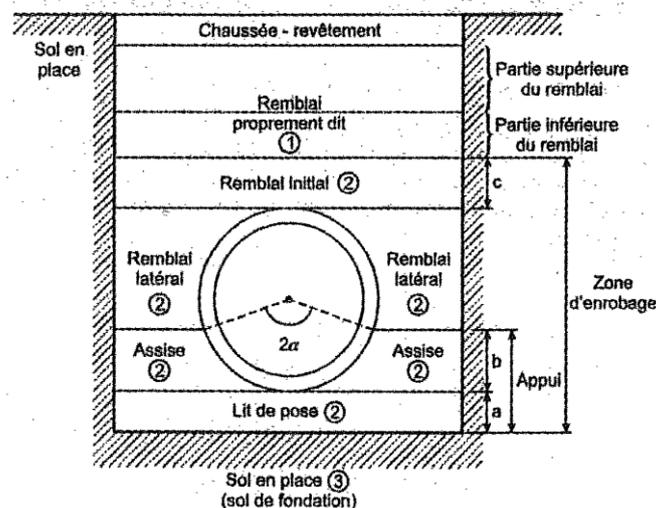
A partir d'un fond de tranchée réputé stable, le remblayage des tranchées autour de la canalisation doit impérativement respecter les règles de mise en œuvre définies dans divers documents de références (Fascicule 71 du CTG et Guide de Remblayage des Tranchées édité par le SETRA). Les effets de poussées hydrauliques doivent être équilibrés soit par des massifs de butée ou des longueurs verrouillées.

Il faut tenir compte de l'exigence et des spécificités données par les fabricants.

On doit distinguer deux parties fondamentales, la partie désignée comme la zone d'enrobage (zone 2 affectant directement la tenue de la canalisation) qui recouvre le tuyau (10cm au dessus), et la partie désignée comme le remblai proprement dit qui vient compléter le remblai sous le corps de chaussée.

C'est l'environnement, dans lequel le projet sera réalisé, qui sera non seulement, un facteur décisif (pente, présence d'eau, matériaux compressibles constituant le support, circulation lourde, etc.), mais aussi l'espace de travail consacré à la mise en œuvre (urbain dense, sous sol encombré, etc.) et à l'utilisation (pression, réseau maillé...).

Figure 1 : Remblayage des tranchées – Eau potable



V. Développement durable

L'alimentation en eau potable durable signifie qu'elle est réalisée à partir de solutions respectueuses de l'environnement et des hommes, dont les performances reconnues et validées ne s'altèrent pas dans la durée et dont le coût économique est supportable pour les collectivités. Cette notion d'alimentation en eau potable durable passe nécessairement par la prise en compte d'une analyse du cycle de vie.

Les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaires (FDES) contiennent l'ensemble des impacts environnementaux et sanitaires des produits ayant adhéré à cette démarche volontaire et transparente et sont établies sur la base d'une analyse du cycle de vie (ACV). Elles sont nécessaires à l'évaluation de la qualité environnementale des ouvrages. La réalisation des études préalable (Géotechnique, Parcelle, Topographique) la vérification de l'exécution de tranchées et de leur remblayage est fondamentale pour la durabilité du réseau.

VI. Difficultés pour les collectivités sur le choix approprié

Béton, fonte ductile, thermoplastiques, PRV... Si le choix des matériaux dont sont constitués les réseaux d'eau potable dépend avant tout de l'application auxquelles ils sont destinés, la durabilité des produits fait partie des paramètres de plus en plus souvent mis en avant. Mais choisir le tuyau le plus adapté à l'application considérée, qu'il soit durable, respectueux de l'environnement et à un coût économiquement supportable, présente parfois des difficultés pour les collectivités sur le choix approprié. Bien souvent un compromis s'impose.

Guide d'aide au choix des matériaux pour les réseaux d'assainissement

I. Rappel des textes relatifs à la conformité d'un matériau

Il existe à votre disposition plusieurs documents qui attestent de la conformité d'un produit tels que :

- Les Normes
- Le Marquage CE
- L'Avis technique
- L'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX)
- La Marque NF

Lorsqu'un produit utilisé dans la réalisation d'un réseau d'eau potable et/ou d'assainissement fait l'objet d'une ou de plusieurs normes françaises, normes européennes ou étrangères (NF EN ou NF ISO) reconnues équivalentes, il doit être conforme à ces dites normes en vigueur.

Cette conformité peut être prouvée :

- par la certification NF (réalisée par un organisme tiers indépendant) ou par une certification étrangère reconnue équivalente ;
- à défaut de certification, au moyen d'une réception obligatoire par lot sur chantier effectuée avant la mise en œuvre 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.

Les canalisations des réseaux d'assainissement sont constituées de tuyaux généralement circulaires, mais vous pouvez rencontrer d'autres formes (rectangulaire, ovoïde...).

I.1. Les Normes

Les normes ont pour but de clarifier et simplifier les relations contractuelles. Elles fournissent des caractéristiques, des techniques et des méthodes de fabrication, d'analyse ou d'essai, qui peuvent s'appliquer à un produit ou à un résultat à atteindre. Une norme peut ainsi s'entendre comme un document de référence sur un sujet donné, dont elle reflète l'état de l'art, de la technique et du savoir-faire.

I.2. Marquage CE

Pour les produits du secteur de l'assainissement, le marquage CE est la conformité auto-déclarée de caractéristiques essentielles applicables aux produits pour qu'ils puissent s'échanger librement en Europe. Ce n'est ni la preuve d'une origine européenne ni la preuve de la conformité à la norme produit ni l'aptitude à l'emploi ni une marque de qualité.

Selon le Règlement (UE) n°305/2011, le marquage CE est apposé sur les produits de construction pour lesquels le fabricant a établi une déclaration des performances. En apposant ou en faisant apposer le marquage CE, les fabricants indiquent qu'ils assument la responsabilité de la conformité du produit de construction avec les performances déclarées ainsi que de la conformité avec toutes les exigences applicables prévues par le règlement et d'autres législations d'harmonisation de l'Union qui prévoient un tel marquage. Il est à noter que, le marquage CE est auto-déclaratif et sans validation par un organisme tiers.

De fait, certifier NF un produit dont le système d'évaluation et de vérification de la constance des performances applicable est un système 4 (auto-déclaratif) améliore la protection du consommateur par l'intervention d'une tierce partie indépendante et compétente.

I.3. L'avis technique

Lorsqu'un produit utilisé dans la réalisation d'ouvrages ne fait pas l'objet d'une norme française ou européenne ou en l'absence de référentiel de certification, 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.

Un produit sous avis technique peut aussi être conforme à une norme (propre à certains matériaux, ex : le PRV).

L'avis Technique est une appréciation impartiale formulée par un groupe d'experts indépendants.

Il est rappelé que pour être valide, un avis technique doit être accompagné de la certification visée et valide dans le dossier technique, basée sur un suivi annuel et un contrôle extérieur.

I.4. Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX)

Dans le but de réduire les difficultés que rencontrent les promoteurs de techniques nouvelles, le CSTB (centre Scientifique et Technique du Bâtiment), organisme indépendant, met à la disposition des innovateurs une procédure rapide pour l'appréciation technique de tout produit, procédé ou équipement ne faisant pas encore l'objet d'un Avis Technique et dont la mise au point nécessite une utilisation expérimentale sur un ou plusieurs chantiers.

La procédure de "l'Appréciation Technique d'Expérimentation" se situe en amont de l'Avis Technique, lequel, après expérimentation, demeure la procédure normale pour orienter et faciliter le développement industriel des techniques nouvelles.

Selon le Fascicule 70, l'utilisation des tuyaux circulaires et regards : « ne peut être envisagée que si une ATEX favorable a été formulée dans les conditions fixées par le règlement de la procédure ATEX ou si une procédure d'évaluation technique équivalente reconnue par un organisme compétent a été mise en place. »

De même, en référence au Fascicule 70 : « 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

formulée dans les conditions fixées par le règlement de la procédure des ATEX, ou d'une procédure d'évaluation technique équivalente reconnue par un organisme compétent. »

I.5. Marque NF

La conformité d'un produit aux conditions d'un marché peut être prouvée par une marque de qualité. Ces marques de qualité sont facultatives et de nature volontaire pour les fabricants. Elles attestent de la conformité des produits aux exigences figurant dans le référentiel de certification de la marque. Chaque usine certifiée est régulièrement auditée par un organisme accrédité, indépendant du fabricant. Des essais sont réalisés en usine et en laboratoire pour vérifier les performances ainsi que la constance des fabrications. Les modalités des contrôles effectués dans le cadre d'une marque de qualité figurent dans le référentiel de la marque. Un logo propre à la marque de qualité est apposé sur les produits titulaires de cette marque.

Les marques NF, garantissent à l'utilisateur que le produit est conforme aux caractéristiques figurant dans les normes NF et qu'il est fabriqué en respectant les exigences figurant dans le référentiel de la marque. La marque NF est gérée par l'AFNOR qui peut en déléguer la gestion à un organisme mandaté. Le logo de la marque assure l'identification de tout produit certifié. La liste des produits certifiés NF (et des sites de fabrication) est disponible sur le site de l'AFNOR (<http://www.afnor.org/>)

La marque NF n'existe pas pour tous les matériaux (liste non exhaustive) :

- Marque NF PVC et thermoplastique
- Marque NF Pièces de voirie
- Marque NF Tube en polyéthylène (propre à l'assainissement sous pression)
- Marque NF Tuyaux et accessoires en fonte
- Marque NF Eléments en béton pour réseaux d'assainissement sans pression (tuyaux, regards, boîtes de branchements)
- Marque NF Grès (propre à l'assainissement gravitaire)
- Marque NF Polypropylène (propre à l'assainissement gravitaire)

II. Liste des matériaux utilisés pour l'assainissement

Pour les pièces et raccords, il est impératif d'employer des pièces raccords de résistance équivalente pour un même niveau de performance.

II.1. Matériaux utilisés

II.1.1. Assainissement gravitaire

- Béton : NF EN 1916 (NF P 16-345-1 et son complément national NF P 16-345-2), NF EN 1917 (NF P 16-346-1 et son complément national NF P 16-346-2)
- Fonte : NF EN 598 + A1
- Grès : NF EN 295-1 à NF EN 295-5
- Matières plastiques polypropylène (PP) : PP compact : NF EN 1852-1 ; PP structuré : NF EN 13476-2

- Polyester renforcé de fibres de verre (PRV) : NF EN 14364 + A1
- Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) : NF EN 1401-1

II.1.2. Assainissement sous pression

- Béton : NF EN 639, 640, 641, 642
- Fonte : NF EN 598+A1
- Matières plastiques polypropylène (PP) : PP compact : NF EN 1852-1 ; PP structuré : NF EN 13476-2
- Polyester renforcé de fibres de verre (PRV) : NF EN 14364+A1
- Polyéthylène haute densité (PE-HD) : Norme EN 12201-2
- Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) : NF EN 1401-1

(cf. annexe 4)

II.2. Les regards de visite et boîtes de branchement

(Fascicule 70, 16.342, NF EN 1917, NFP 16-346-2, NF EN 598 + A1, NF EN 295.6, NF EN 13598-2)

Comme pour les canalisations, le choix des regards sur les réseaux devrait faire l'objet d'un examen attentif avant d'être choisi définitivement, en prenant en compte ses avantages et inconvénients et leurs caractéristiques. Les regards, disposés sur les canalisations d'assainissements enterrées, permettent leur entretien, leur exploitation et leur maintenance. Les changements de pente et de direction se font de préférence à l'intérieur d'un regard. Ils sont qualifiés de visitables lorsque leur diamètre intérieur est au moins égal à 1 mètre, et peuvent être généralement munis d'échelons pour garantir la sécurité du personnel d'exploitation et d'entretien. Ils sont occasionnellement visitables lorsque l'accès par le personnel ne peut se faire qu'à la condition d'être harnaché. Les boîtes de branchement ou d'inspection, de dimensions plus faibles, sont circulaires ou carrées. Elles permettent l'introduction de matériels pour inspection ou nettoyage, ainsi que la réalisation de branchements.

II.3. Choix des équipements

La norme NF EN 476 définit les exigences générales pour les composants utilisés pour les branchements et les collecteurs d'assainissement.

III. Critères de conception et de choix

Le MOE doit être vigilant pour la compatibilité technique des équipements (regards, branchements, boîtes de branchement...).

III.1. Compatibilité avec les contraintes extérieures

Rappel des caractéristiques des effluents :

La température maximale des effluents transportés est fixée par la norme NF EN 476, elle est de 45°C pour les tuyaux de diamètre nominal DN < 200 et de 35°C pour les tuyaux de diamètre nominal DN >200. Dans le cas où la température de l'effluent est susceptible de varier de façon sensible, il conviendra d'intervenir au niveau de l'effluent en régulant sa température. Les valeurs étant précisées dans les règlements d'assainissement.

Les eaux résiduaires varient en débit et en concentration de façon très large tout au long de la journée, mais doivent rester dans un domaine de traitement garanti tel que défini par le fascicule 81, titre II.

Les eaux usées peuvent véhiculer des particules solides susceptibles d'entraîner une érosion des ouvrages les transportant. Afin d'éviter ce problème, les ouvrages transportant des effluents qui présentent un risque d'abrasivité ou de cavitation, doivent être constitués de matériaux résistant à l'abrasion.

III.2. Contraintes mécaniques

Plusieurs actions externe aux réseaux peuvent endommagées les canalisations. Les principaux risques sont d'ordre géotechnique. Le plus fréquent de ces risques géotechnique est le tassement du sol environnant. En effet, dès que les tassements sont importants il y a risque de tassements différentiels, et donc pour la canalisation, risque de déboitements avec pertes d'étanchéité, contre-pentes, fissuration, déformation, rupture.

On peut également être confronté à des glissements de terrains, qui entraînent avec eux les canalisations, ces mouvements peuvent être dû à la remonté d'une nappe par exemple. Il peut également se produire des affaissements et effondrements de terrains entraînant des cisaillements sur les canalisations, pouvant aller jusqu'à leurs destruction complète. Dans certains cas, ces affaissements peuvent être maîtrisés.

III.3. Résistance des matériaux

III.3.1. Résistance mécanique :

La détermination des caractéristiques mécaniques d'un tuyau gravitaire est fonction des charges qu'il doit supporter. Le comportement des canalisations sous l'effet des charges liées aux remblais ainsi qu'aux charges roulantes est différent selon le type de matériau de la canalisation.

Les canalisations rigides (béton, grès,..) cassent en cas de contrainte excessive, d'où l'adoption des critères de charge à la rupture pour éviter la fissuration.

Les canalisations souples Thermoplastique et flexibles en PRV s'ovalisent en cas de sollicitations trop importantes vis-à-vis de l'ouvrage d'où l'adoption des critères de déformation admissible, faisant intervenir d'autres paramètres tels que le vieillissement, la fatigue, la nature des sols de remblai et leur niveau de compactage.

La capacité portante diffère d'un type de tuyau à l'autre :

- **Pour un tuyau rigide (Grès, Béton)**, la capacité portante est limitée par la rupture ou un dépassement de contrainte, sans déformation significative de sa section
- **Pour un tuyau semi-rigide (Fonte, Acier)**, la capacité portante est limitée soit par la déformation/le dépassement de contraintes (comportement flexible), soit par la rupture (comportement rigide) selon sa rigidité annulaire
- **Pour un Tuyau flexible (PVC, PRV, PP, PEHD)**, la capacité portante est limitée par une déformation diamétrale sous charge à une valeur maximale de calcul, sans rupture ou dépassement de contrainte

Il convient de justifier la tenue mécanique conformément au fascicule 70 du CCTG article IV.2.

Cette vérification peut s'effectuer aisément à partir de logiciels spécifiques souvent disponibles par l'intermédiaire des organisations professionnelles.

Il convient de vérifier, avec l'aide du maître d'œuvre, le comportement longitudinal de la conduite.

III.3.2. Rigidité annulaire :

La rigidité annulaire spécifique (ras) traduit la capacité d'une canalisation à résister à une déformation annulaire.

Pour prendre en compte le "vieillissement" de certains matériaux (tous les matériaux à l'exception du grès et de la fonte) on distingue :

- rasi = rigidité annulaire instantanée
- rasv = rigidité annulaire différée (vieillie).

Ces critères permettent d'apprécier le comportement à court et long terme.

Dans le cas de tuyaux à comportement flexible les valeurs "rasi" correspondent à la classe de rigidité.

rasi = CR (en kN/m²) ou SN et sont indiquées dans les normes produits ou les avis techniques.

RAS (Rigidité Annulaire Spécifique) = CR (Classe de Rigidité) = SN (Stiffness Nominal, Nenn-Steifigkeit)

ras doit-être exprimée en kN/m² mais certains fabricants utilisent les N/m²

Tableau 3 : Classes de résistance et de rigidité usuelle des matériaux utilisés pour l'assainissement

La rigidité minimum est la rigidité initiale garantie par les normes, des rigidités de classe supérieure peuvent être garanties par des avis techniques, ou des ATEX ...

Type de matériau	Unités	Classes de résistance	Classes de rigidité initiale
Béton armé		90A-135A-165A-200A (250A) ¹	
Béton non armé		90B-135B	
Béton fibré		90F-135F-165F	
Fonte	KN/m ²		Rigidité selon DN, norme NF EN 598
Grès		160-200-240	
PEHD lisse	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PEHD annelé	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PP lisse	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PP annelé	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PVC-U lisse	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PVC annelé	KN/m ²		CR4-CR8-CR16
PRV	N/m ²		SN5000 et SN10000

III.4. Résistance abrasion (méthode d'essai donnée dans la norme NF EN 295-3)

L'érosion des canalisations, et plus particulièrement des radiers, est due au transport des particules entraînées par l'écoulement.

Les divers matériaux présentent de bonnes caractéristiques vis-à-vis de l'abrasion liée aux particules solides véhiculées par les effluents.

Le respect de la limite de la vitesse de 4 m/s dans les canalisations d'assainissement permet de s'affranchir les problèmes potentiels d'abrasion des canalisations quel que soit le type de matériau choisi.

III.5. Critères d'ovalisation

Les tuyaux à comportement flexibles sont soumis à des phénomènes d'ovalisation dont les tolérances sont fixées par les normes (cf. annexe 4).

III.6. Exigences

III.6.1. Exigences géométriques

Pour s'assurer du respect du fil d'eau, suivant les exigences de la norme NF EN 476, il faut lier la rectitude des tuyaux à la pente du projet.

Cf. Tableau caractéristiques des produits (longueurs, etc.) en annexe 4.

III.6.2. Exigences hydrauliques

Les coefficients de Manning-Strickler des différents matériaux, donnés par les constructeurs, sont basés sur des essais en laboratoire qui ont tendance à surestimer leur valeur réelle après mise en œuvre. Il est donc fortement conseillé de ne pas les retenir dans les calculs de dimensionnement hydraulique.

Il est recommandé d'adopter, quel que soit le matériau utilisé, un coefficient de Manning-Strickler ne dépassant pas 70 à 90 (norme NF EN 752). En effet, ce coefficient de rugosité appliqué au réseau d'assainissement est tributaire des pertes de charges liées aux regards, aux coudes, ainsi qu'à l'encrassement des réseaux.

En conséquence, quel que soit le matériau utilisé, il est recommandé de conserver le diamètre interne des canalisations déterminé par le calcul hydraulique du réseau d'assainissement.

Il convient d'être vigilant sur la signification des diamètres nominaux donnés par les fournisseurs. Par exemple, le diamètre nominal d'une canalisation en PVC correspond au diamètre externe tandis que pour une canalisation en béton ce diamètre correspond au diamètre interne. (Diamètre utilisé pour le dimensionnement hydraulique).

III.6.3. Pression (refoulement etc.)

Pour la désignation des pressions :

Tableau 4 : Désignations des pressions

Abréviations	Désignations	Domaines
DP	Pression de calcul en régime permanent	Pressions relatives au réseau
MDP	Pression maximale de calcul	
STP	Pression d'épreuve du réseau	
PFA	Pression de fonctionnement	Pressions relatives au

	admissible	composant
PMA	Pression maximale admissible	
PEA	Pression d'épreuve admissible sur chantier	
OP	Pression de fonctionnement	Pressions relatives au réseau
SP	Pression de service	

Définitions :

Pression maximale admissible (PMA) : pression maximale, y compris le coup de bélier, à laquelle un composant est capable de résister lorsqu'il y est soumis de façon intermittente en service.

Pression de fonctionnement admissible (PFA) : pression hydrostatique maximale à laquelle un composant est capable de résister de façon permanente en service.

Pression d'épreuve admissible sur chantier (PEA) : pression hydrostatique maximale à laquelle un composant nouvellement mis en œuvre est capable de résister pendant un laps de temps relativement court afin d'assurer l'intégrité et l'étanchéité de la conduite.

Pression de calcul en régime permanent (DP) : pression maximale de fonctionnement du réseau ou de la zone de pression, fixée par le concepteur en tenant compte des développements futurs mais non compris le coup de bélier.

Pression maximale de calcul (MDP) : pression maximale de fonctionnement du réseau ou de la zone de pression, fixée par le concepteur, y compris le coup de bélier, compte tenu de développements futurs où :

- MDP s'écrit MDPa lorsque la part coup de bélier est fixée forfaitairement ;
- MDP s'écrit MDPC lorsque le coup de bélier est calculé.

Pression de fonctionnement (OP) : pression interne qui s'exerce à un instant donné en un point déterminé du réseau d'alimentation en eau.

Zones de pression : étages de pression dans le cadre d'un réseau d'alimentation en eau.

Pression de service (SP) : pression interne fournie au point de raccordement à l'installation du consommateur, à débit nul dans la conduite de branchement.

Coup de bélier : fluctuations rapides de la pression dues aux variations de débit pendant de courts laps de temps.

Pression d'épreuve du réseau (STP) : pression hydrostatique appliquée à une conduite nouvellement posée de façon à s'assurer de son intégrité et de son étanchéité.

Il appartient au C.C.T.P. de spécifier les valeurs des pressions de calcul et les conditions de refoulement ou de distribution susceptibles de créer des surpressions et dépressions, ainsi que les effets calculés de sujétions particulières, telles que coups de béliers, fréquence des pulsations (cas de desserte par surpression) action des dispositifs de protection et de défense contre l'incendie afin de justifier ainsi le choix des matériaux éventuellement fixé.

III.7. Durabilité du matériau

Cf. Annexe 4 : tableau des caractéristiques en assainissement.

III.8. Etanchéité (compatibilité inter matériaux)

L'étanchéité intrinsèque des éléments constitutifs du réseau (tuyau, regard) doit être conforme à la norme correspondante au produit utilisé (par exemple pour le béton, les tuyaux relèvent de la NF EN 1916 et les regards de la norme NF EN 1917).

L'étanchéité des réseaux dépend :

- des conditions de mise en œuvre (conformément au fascicule 70),
- des assemblages qui sont essentiellement liés à la stabilité géométrique des raccords (ovalisation différentielle, déviation angulaire non respectée)
- de la conception des jonctions

Les problèmes d'étanchéité sont situés le plus souvent au niveau des joints. Ils peuvent provenir, d'une mauvaise réalisation du lit de pose (ovalisation, déboîtement, déviation), etc.

Pour vérifier l'étanchéité du réseau, il faut réaliser des essais in situ -essais à l'eau ou à l'air- (cf. fascicule 70 article VI.1.5 et la norme NF EN 1610 [12]). Un réseau d'assainissement satisfaisant les tests d'étanchéité est considéré conforme.

III.9. Résistance à la corrosion

III.9.1. Résistance interne

Tous les matériaux et joints proposés résistent aux agressions des effluents domestiques. Deux types de nuisances sont susceptibles d'affecter la pérennité des canalisations d'assainissement :

- Rejets industriels accidentels à faible niveau de pH.
- Fermentations septiques pouvant conduire à des attaques acides (H₂SO₄).

Ces nuisances peuvent générer d'autres risques ; intoxication des personnels d'exploitation, dysfonctionnement des STEP...

Tous les matériaux et joints proposés résistent ponctuellement à de telles agressions. Pour un usage en continu dans ces conditions, les tuyaux en béton seront à exclure (?) et les tuyaux en fonte doivent être munis d'un revêtement intérieur passif (cf.NF EN 598).

Selon le Fascicule 70, les conditions usuelles de fonctionnement des réseaux sont définies dans la norme NF EN 752-4.

Sauf précisions contraires indiquées dans le CCTP, les effluents transportés sont conformes aux prescriptions de l'article 11 du fascicule 81.

En cas de risques d'abrasivité et/ou de cavitation, le maître d'ouvrage précise dans les documents du marché s'il y a lieu de prévoir un essai de résistance à l'abrasion, ainsi que le mode opératoire correspondant.

III.9.2. Résistance externe

Tous les matériaux et joints proposés résistent à la corrosivité d'une grande majorité des terrains rencontrés. Pour les conduites en fonte ductile, dans certains sols tourbeux acides, pollués, ou en présence de courants vagabonds, le revêtement actif (Zinc, ou Zinc-Aluminium) est complété par un revêtement passif adapté (cf. norme NF EN 545). Les conduites en acier nécessitent la mise en place de protections cathodiques.

Dans le cas d'eaux pluviales et eaux usées domestiques, le critère de résistance à la corrosion n'est pas déterminant pour le choix des matériaux, sauf cas très ponctuels liés par exemple aux caractéristiques des terrains en place (terrains acides, humides ou hétérogènes dans le cas de la fonte).

Dans le cas de petits rétablissements hydrauliques dans des terrains acides, il faut éviter les canalisations métalliques (fonte, acier) standard et utiliser des ouvrages adaptés (protections spécifiques anti-acides).

III.10. Résistance aux matières polluantes

Dans le cadre de la pollution chronique, les charges en polluants sont généralement faibles et ne sont pas agressives vis-à-vis des canalisations.

Dans le cadre d'une pollution accidentelle routière, les polluants ne stagnent généralement pas dans le réseau. Des temps de séjours brefs ne remettent pas en cause l'intégrité du réseau, et la pollution accidentelle n'est pas un facteur déterminant de choix du matériau à adopter, à la différence de l'étanchéité des bassins de traitement.

Les matériaux constitutifs des canalisations ne présentent pas tous la même résistance aux différents polluants susceptibles d'être déversés lors d'un accident impliquant le transport de matières dangereuses. En cas de problématique particulière ou de déversement accidentel (solvant par exemple) – cf fasc 70 article III.2 "Caractéristiques des effluents", il convient de se rapporter aux données du constructeur sur la résistance du produit aux polluants concernés et de compléter ce diagnostic par une inspection caméra.

Pour la résistance chimique des matériaux en PVC, PP, et PEHD, des conseils sont donnés dans l'ISO/TR 10358 [11] (rapport technique de l'ISO qui donne un tableau de classification de la résistance chimique). Il y a lieu toutefois de ne pas employer les tuyaux PE dans les terrains pollués par des composés aromatiques.

IV. Mise en œuvre

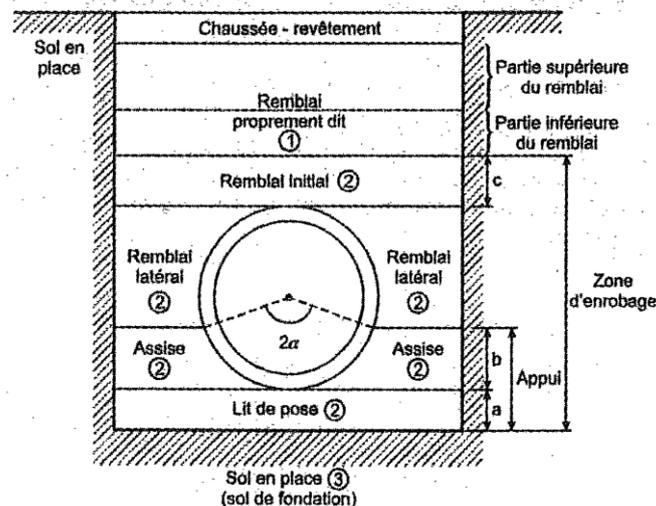
A partir d'un fond de tranchée réputé stable, le remblayage des tranchées autour de la canalisation doit impérativement respecter les règles de mise en œuvre définies dans divers documents de références (Fascicule 70 du CCTG et la norme NF EN 1610, Guide de Remblayage des Tranchées édité par le SETRA). Les effets de poussées hydrauliques doivent être équilibrés soit par des massifs de butée ou des longueurs verrouillées.

Il faut tenir compte de l'exigence et des spécificités données par les fabricants.

On doit distinguer deux parties fondamentales, la partie désignée comme la zone d'enrobage (zones 5, 6, 7 et 8 affectant directement la tenue de la canalisation) qui recouvre le tuyau (10cm au dessus), et la partie désignée comme le remblai proprement dit qui vient compléter le remblai sous le corps de chaussée.

C'est l'environnement, dans lequel le projet sera réalisé, qui sera non seulement, un facteur décisif (pente, présence d'eau, matériaux compressibles constituant le support, circulation lourde, etc.), mais aussi l'espace de travail consacré à la mise en œuvre (urbain dense, sous sol encombré, etc.) et à l'utilisation (pression, réseau maillé...).

Figure 2 : Remblayage des tranchées - Assainissement



La réception des réseaux prévoit au préalable 3 contrôles réalisés par une entreprise indépendante et accrédité COFRAC :

- Le contrôle de compactage
- L'inspection visuelle ou télévisuelle
- Les essais d'étanchéité

V. Développement durable

L'assainissement durable est un assainissement réalisé à partir de solutions respectueuses de l'environnement et des hommes, dont les performances reconnues et validées ne s'altèrent pas dans la durée et dont le coût économique est supportable pour les collectivités. (www.assainissement-durable.com). Cette notion d'assainissement durable passe nécessairement par la prise en compte de l'analyse du cycle de vie.

Les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaires (FDES) contiennent l'ensemble des impacts environnementaux et sanitaires des produits ayant adhéré à cette démarche volontaire et transparente et sont établies sur la base d'une analyse du cycle de vie (ACV). Elles sont nécessaires à l'évaluation de la qualité environnementale des ouvrages. La réalisation des études préalable (Géotechnique, Parcelle, Topographique) la vérification de l'exécution de tranchées et de leur remblayage est fondamentale pour la durabilité du réseau.

VI. Difficultés pour les collectivités sur le choix approprié

Béton, fonte ductile, grès, thermoplastiques, PRV... Si le choix des matériaux dont sont constitués les réseaux d'assainissement dépend avant tout des applications auxquelles ils sont destinés (eau usées, pluviales, ect.), la durabilité des produits fait partie des paramètres de plus en plus souvent mis en avant. Mais choisir le tuyau le plus adapté à l'application considérée, qui soit durable, respectueux de l'environnement et à un coût économiquement supportable, présente parfois des difficultés pour les collectivités sur le choix approprié. Bien souvent un compromis s'impose...

INFORMATIONS CHARTE QUALITE :

Association Verseau développement

Domaine de Lavalette

859 rue Jean François Breton

34093 Montpellier cedex 5

Tél. : 04 67 61 29 47 • Fax : 04 67 52 28 29

SOURCES

AFNOR, Association Française de Normalisation

Cahier des clauses techniques générales – Fascicule n°70

Cahier des clauses techniques générales – Fascicule n°71

Charte de Qualité des Réseaux d'Assainissement - ASTEE

Charte de Qualité des Réseaux d'Eau potable – ASTEE

Charte Qualité des Réseaux d'Eau potable et d'Assainissement – Languedoc-Roussillon

ANNEXES

Annexe 1: Dispositions réglementaires relatives à la conformité sanitaire

Sous réserve qu'aucune évolution réglementaire ultérieure ne soit intervenue, les dispositions suivantes s'appliquent :

Groupe de matériaux et objets		Dispositions spécifiques applicables	Nature de la preuve de conformité sanitaire
Matériaux et objets constitués de matière métallique		Annexe 1 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié	Déclaration sur l'honneur de conformité délivrée par le responsable de la mise sur le marché
Matériaux et objets constitués de matière minérale		Annexe 2.2 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié	Déclaration sur l'honneur de conformité délivrée par le responsable de la mise sur le marché
Matériaux et objets constitués de ciment		Annexe 2.1 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié Avis du 24 février 2012	CLP ou Déclaration sur l'honneur de conformité délivrée par le responsable de la mise sur le marché selon les cas
Matériaux et objets constitués de matière organique	a) Matériau ou objet monomatériau, multicouches et composites	Annexe 3 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié Circulaires ministérielles du 12 avril 1999 et du 27 avril 2000	ACS
	b) Adhésifs (colles), lubrifiants (graisses et huiles), joints de diamètre inférieur à 63mm	Annexe 3 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié Circulaires ministérielles du 12 avril 1999 et du 27 avril 2000	CLP
	c) Fibres de renfort	Circulaire ministérielle du 21 août 2006	CAS
« Produits assemblés » ou « Accessoires » - objets constitués de plusieurs composants - applicable uniquement pour les accessoires constitués d'au moins un composant organique entrant au contact avec l'eau		Annexes 1, 2 et 3 de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié Circulaire ministérielle du 25 novembre 2002	ACS

Annexe 2 : Caractéristiques des Marquages CE, certifications produits et systèmes de management

Marquage CE, certifications produits et système de management : l'essentiel à savoir

Le marquage CE

Les certifications de produits NF, QualIF-IB et CSTBat

Certification de systèmes de management

Quelle signification, quelles garanties et pour qui ?

	Le marquage CE	Les certifications de produits 	La certification des systèmes de management
Le « client »	Autorités de surveillance du marché	Prescripteurs publics ou privés utilisateurs	Prescripteurs publics ou privés, riverains, personnels, collectivités, ...
Statut	Réglementaire obligatoire	Volontaire et complémentaire au marquage CE quand celui-ci existe	Volontaire
Référentiel	Partie réglementaire de la norme EN (annexe ZA)	norme EN (hors partie réglementaire) + complément national éventuel	Normes ISO 9001, ISO 14001, ILO-OSH 2001/OHSAS 18001 appliquée à tout ou partie des activités de l'entreprise
Mode de preuve	Selon le système d'attestation prévu par la commission européenne : de l'auto-déclaration à la certification	Certification par un organisme accrédité (compétence et impartialité)	Certification par un organisme accrédité (compétence et impartialité)
Signification	Respect de la réglementation	Sécurité dans la conformité et l'aptitude à l'emploi du produit pour réaliser des ouvrages selon les règles de l'art (normes DTU, fascicules du OCTG)	Confiance dans l'aptitude de l'entreprise à répondre aux besoins de ses clients et des parties prenantes

Annexe 3 : Comparatif des matériaux utilisés pour l'eau potable

	Produits			
Matériaux	FONTE	PRV	PEHD	PVC
Domaines d'emploi	A E P	AEP	Gravitaire - Refoulement - Pression- pose aérienne, enterrée- tube pour éclatement- forage dirigé	Informations non renseignées à ce jour
Gamme de diamètre	DN /ID 60 à DN /ID 2000	DN 300 à 3000		
Gamme de pression	PFA 25 à 100 b selon Classe de pression. Classes préférentielles (NF EN 545); DN 200 C40 (PFA 40b, PMA 48b, PEA 53b) DN 500 C30 (PFA 30b, PMA 36b, PEA 41b) PFA calculée avec coefficient de sécurité 3	PN6 à 20 bars		
Durabilité	100 ans (selon guide ASTEE émissions G.E.S. durée amortissement 80 ans)			
Principe des matériaux	Fonte ductile centrifugée	Matériau composite utilisant un liant de résine polyester et des renforts de fibre de verre continu et coupée- Matériau flexible à comportement rigide- Résistance totale à toute corrosion	Tube extrudé - Lisse 100% PEHD- épaisseur adaptée aux besoins	
Module d'élasticité instantané (Mpa) = N/mm²	Instantané E _{ti} : 170000 Mpa E _{tv} /E _{ti} =1 Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps (voir fascicule 70 chap IV)	10MPa	350 N/mm²	
Module d'élasticité vieilli (Mpa)	Vieilli E _{tv} : 170000 Mpa E _{tv} /E _{ti} = 1 Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps. (voir Fascicule 70 Chap IV)			
Normes de référence (version)	NF EN 545 2010 Conformité attestée par un tiers	NF EN 1796	EN13244	
Marque NF	N'existe pas	Marque CSTBat 17/10-235	NF114- Groupe 4	
Diamètres de référence	DN /id - Pour les tuyaux en fonte ductile DN= Diamètre intérieur	Selon NF EN 1796	D.225x207,8 PN6,3 D.560x517,2 PN6,3	
Gamme de diamètres intérieurs/extérieurs usuels	DN/id 60 à DN/id 2000	DN300 à 3000		
De/Di pour DN200	De: 222 Di: 200	De=221mm Di =210mm	D.225x207,8 PN6,3 D.225x198,2 PN10	
De/Di pour DN500	De: 532 Di: 500	De = 530mm Di = 507mm	D.560x517,2 PN6,3 D.560x493,6 PN10	
Longueurs disponibles	Longueurs utiles 6 m pour DN 60 à DN 600 7 m pour DN 700 à DN 1000 8 m pour DN 1100 à DN 2000	3, 6 ou 12ml	Barres de 12mt ou 13,50mt	
Rectitude des tuyaux	Le défaut de rectitude d'un tuyau doit être limité à 0,125 % de sa longueur. Cette caractéristique essentielle permet le respect de très faibles pentes	Cette caractéristique essentielle permet le respect de très faibles pentes		
Poids au ml - Tuyau	DN 200 C40 : 31 kg/ml DN 500 C30 : 111 kg/ml	DN200 7,5kg/ml - DN500 36kg/ml	D.207,8 : 5,950kg/mt - D.517,2 : 36,670kg/mt	
Différents Revêtements intérieurs - tuyaux	Ciment CEM III-B (EN 197-1) Appliqué par centrifugation. Pour applications particulières revêtement Polyuréthane.	Les Résines de polyester utilisées permettent de garantir une résistance parfaite et une protection complète quel que soit l'effluent ou l'environnement dans lequel le tuyau est installé	pleine matière	
Différents Revêtements intérieurs - raccords	Epoxy	Les Résines de polyester utilisées permettent de garantir une résistance parfaite et une protection complète quel que soit l'effluent ou l'environnement dans lequel le tuyau est installé		
Epaisseur revêtement intérieur	DN 200: épaisseur nominale ciment 4 mm DN 500: épaisseur nominale ciment 5 mm	liner intérieur =1mm		
Différents Revêtements extérieurs - tuyaux	Biozinallium ® Alliage Zinc Aluminium 85/15 enrichi en cuivre. Electro déposé. + bouche-pores Aquacoat	liner extérieur =0,2mm		
Différents Revêtements extérieurs - raccords	Epoxy			
Revêtements optionnels	Polyéthylène, Polyuréthane	VYNILESTER Dans le cas de risque chimique couplé à des températures élevées, il y a possibilité de faire des tubes en résine vinyloxyester		
Raccords	Tous raccords et robinetterie.	Tés, Coudes, Réduction, Selles de branchement, regards de visite, manchon de scellement, Réservoirs, Brides,		
Protection cathodique	Sans objet	NON	Ne conduit pas	
Assemblage	Joints automatiques	Manchon double emboîtement	Soudage en bout à bout - par manchon électrosoudable	
Verrouillage	Par simple changement du joint	OUI	PN6 ou PN10 ou PN20 ou PN25 bars	
Résistance à la pression intérieure (Gamme usuelle)	Classes préférentielles (NF EN 545); DN 200 C40 (PFA 40b, PMA 48b, PEA 53b) DN 500 C30 (PFA 30b, PMA 36b, PEA 41b) PFA calculée avec coefficient de sécurité 3	PN6 PN10 PN16 PN20 bars		
Résistance à la pression extérieure (Gamme usuelle)	2 b - selon EN 545 essai 5.2.2 avec effort tranchant (30N/mm de DN), jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.			
Résistance à la pression intérieure cyclique (Gamme usuelle)	Pour DN 200 C40 24000 cycles entre 43 et 48 b Pour DN 500 C30 24000 cycles entre 31 et 36 b Selon EN 545 essai 5.2.2 avec effort tranchant (30N/mm de DN).			
Détimbrage	Sans objet	NON		
Résistance à la dépression	- 0,9 b - selon EN 545 essai 5.2.2 avec effort tranchant (30N/mm de DN), Déviation angulaire, jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.	OUI (-1,0b)		
Conformité F 71 Article 9 Rapport d'essai	Disponible. Attesté par un tiers.			
Déviations angulaires ou rayon de courbure	DN 200: 5° DN 500: 4°	OUI - DN200 à 500 3°	PN6 : R=35D - PN10 : R=25D	
Charges de rupture	420 Mpa - limite de contrainte		22MPa	
Résistance tassement différentiel (précisez les conditions d'essai)	La résistance à la traction (420 MPa) de la fonte ductile, confère au tuyau une grande résistance au cisaillement. Tous les essais de pression des jonctions définis dans EN 545 sont réalisés sous effort tranchant (30N/mm de DN)	OUI - Nécessité de disposition constructive type bielette au droit des raccords	Allongement 350% + rayon de courbure Le tube PEHD offre la meilleure résistance au tassement différentiel	
Résistance à la fissuration	Sans objet	Aucune fissuration jusqu'à 20% d'ovalisation (Voir résultats essai d'ovalisation adns avis Technique)		
Rigidité diamétrale minimale kN/m²	DN 200 C40 Rigidité diamétrale mini 78 kN/m² DN 500 C30 Rigidité diamétrale mini 27 kN/m² RASv/RASi=1. Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps	5000 et 10000	PN6 = CR4 - PN10 = CR8	
Caractéristiques mécaniques				
Déflexion diamétrale	DN 200: 0,9% DN 500: 1% Ovalité initiale maximale selon NF EN 545	maximum 1% du DN		
Ovalisation (ou Faux-rond maximal)	DN 200 C40 ovalisation admissible à court terme: 2,65% ovalisation admissible à long terme: 2,65% DN 500 C30 ovalisation admissible à court terme: 3,4% ovalisation admissible à long terme: 3,4% Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps.	3% à court terme et 5% à long terme sont tolérés	5% du Diam	
Limite d'élasticité	270 Mpa- Allongement 10%		10%	
Coefficient de rugosité	Tuyau cimenté seul: K 0,03 mm Réseau (avec pertes de charges singulières et évolutions dans le temps): K 0,1 mm	Manning =104 Rugosité absolue =0,029mm	0,06	
Agrément sanitaire	ACS et CLP pour tous les composants Conformité attestée par un tiers	OUI	uniquement pour AEP	
Sensibilité à la perméation de substances	Les tuyaux fonte ductile sont insensibles à la perméation	NON	non aux hydrocarbures	
Sensibilité au UV	Les tuyaux fonte ductile sont insensibles aux UV			
Modalités de mise en œuvre	Fascicule 71 et EN 805 Le matériau fonte ductile confère au tuyau un comportement "semi-rigide" qui autorise des poses peu sophistiquées; compactage moindre, réemploi possible des sols en place.	Selon Fascicule 70 et fascicule 71	Fascicule 71	
Développement durable (durée de vie, ...)	100 ans (selon guide ASTEE émissions G.E.S. durée amortissement 80 ans) Certification ISO 14001 - Recyclable à 100%	100 ans	recyclable- Garantie 50 ans	
Caractéristiques complémentaires...		50ans		

N.B. : toutes les indications portées sur ce tableau sont relatives à un fabricant et ne sont données qu'à titres indicatifs.

Annexe 4 : Comparatif des matériaux utilisés pour l'assainissement

Caractéristiques ASSAINISSEMENT 200mm et 500mm	Produits											
	Béton	FONTÉ	FORTE	GRES	PRV	PRV	PP Compact	PP Structuré	PEHD	PEHD	PVC	
Domaines d'emploi	Réseaux d'assainissement gravitaire	Réseaux gravitaires et sous pression	Réseaux gravitaires	Réseaux assainissement gravitaire	Assainissement gravitaire et pression	Assainissement gravitaire et pression	Eaux usées - Eau pluviales - Industrie - Canalisation gravitaire	Assainissement Gravitaire	Gravitaire - Refoulement - Pression, puis adhésive, enterrée, tube pour échellement, forage dirigé	Assainissement pression	Informations non renseignées à ce jour	
Résistance au pH				pH=14, même dans des conditions défavorables (hautes températures / haute concentration / long temps de rétention)	1 à 12	pH 1 à 10 ou 0,5 à 14						
Durabilité	>100 ans			> 150 ans	> 50 ans	Plus de 50 ans de recul						
Principe des matériaux	Béton non armé ou Béton armé ou Béton fibre	Fonté ductile centrifugée	Forte ductile centrifugée	Tuyau rigide, matériau céramique avec une structure homogène et compacte obtenue par la vibration. 100% rigide. Cradle-2, cradle certifié, durable	Matériau composite utilisant un liant de résine polyester et des renforts de fibre de verre controu et coulé. Matériau flexible à comportement rigide. Résistance totale à toute corrosion	Matériau composite utilisant un liant de résine polyester, de la silice et une armature en fibres de verre coupées - Matériau flexible à comportement rigide. Résistance totale à toute corrosion interne ou externe	Extrusion tubes Injection Raccords	PP multi-Couches-Couches Co-Mélangé-Silicate de Magnésium	Tube extrudé - Lisse 100%. PEHD - épaisseur adaptée aux besoins			
Module d'élasticité instantané (Mpa) = N/mm²	instantané > 40000 Mpa	Instantané EEL 170000 Mpa EUL=1 Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps (voir fascicule 70 chap IV)	Instantané EEL 170000 Mpa	EEL = 50 kN/mm² Cette caractéristique ne diminue pas dans le temps	10Mpa		> 1700 Mpa	3000Mpa long terme et 800 Mpa à court terme	350 N/mm²	1200 Mpa		
Module d'élasticité vieilli (Mpa)	>14000 Mpa	VEILLI EELv 170000 Mpa EULv=1 Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps (voir fascicule 70 Chap IV)	VEILLI EELv 170000 Mpa Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps (voir fascicule 70 chap IV)	EEL = 50 000 Mpa			425 Mpa	800 Mpa				
Normes de référence (version)	Tuyaux: NF EN 1916 (2003), NF P 16-345-2 (2003) regards et boîtes: NF EN 1917 (2003) et NF P 16-346-2 (2003)	NF EN 598+A1 août 2009	NF EN 598+A1 août 2009	NF EN 295	NF EN 14 364	NF EN 14 364	NFEN 1852 - 1	Avia Technique CB884 1710.224*V1 : 1715-289	EN 13244			
Marque NF	Ch. N° d'identification AFAC AFNOR certification: NF 120 + marquage	Ch. N° d'identification AFAC AFNOR certification: NF D18 + marquage	Ch. N° d'identification AFAC AFNOR certification: NF 016 + marquage	OUI	Marque CSTBat (17/10-221 et 17/10-221*Add)	Marque CSTBat (17/13-272)	NF 442	NON	NF114- Groupe 4			
Diamètres de référence	DN Ad - Pour les tuyaux en béton DN= Diamètre intérieur	DN Ad - Pour les tuyaux en fonte ductile DN= Diamètre intérieur	DN Ad - Pour les tuyaux en fonte ductile DN= Diamètre intérieur	DN = diamètre intérieur, diamètre nominal	Selon NF EN 14 364 production selon série B	Selon NF EN 14 364 Série B1 ou B2 Selon NF EN 476 Série B5	DN 110 à 630	DN 110 à 630	D 226x207,8 PN6,3			
Gamme de diamètres intérieurs/extérieurs usuels	DN 200 à 3500	DN Ad 80 à DN Ad 2000	DN Ad 150, DN Ad 200, DN Ad 250, DN Ad 300	DN 100 à DN 1400	DN 100 au 4000	DN 150 à 3600	DN 110 à 630	Diam 110 au 630mm				
Gamme de pression				ne s'applique pas	PN1,6,10,16,20,25,32 bars			Sans pression gravitaire				
De/DI pour DN200	DI 200	De: 222 DI: 200	De: 222 DI: 215	de= 242 à +/- 5	De=221mm DI=210mm	De=221mm DI=200mm en BA 15 000 KVM²	182 200	200/185,6mm	D.225x207,8 PN6,3 D.225x198,2 PN10			
De/DI pour DN500	DI 500	De: 532 DI: 500	De: 532 DI: 500	de= 581 +/- 9 di= 496 +/- 9	De = 530mm DI = 507mm	De = 530mm DI = 500 mm en BA 15 000 KVM²	458 500	500/484,4mm	D.500x473,2 PN6,3 D.500x493,6 PN10			
Longueurs disponibles	usuel : 2,40 m	6 m pour DN 80 à DN 600 7 m pour DN 750 à DN 1000 8 m pour DN 1100 à DN 2000	6 m et 3 m	DN100-DN125: 1,25 m DN150: 1,00 / 1,50 m DN200-DN300: 2,50m DN300-DN1400: 2,00m	3, 6 ou 12ml	2, 3 ou 6 ml	3m et 6m	1/36m	Barres de 12ml ou 13,5ml			
Rectitude des tuyaux	L'écart de rectitude des abouts ne doit pas être supérieur à la plus grande des deux valeurs : -0,5 % de la longueur du fût ou 5 mm.	Le défaut de rectitude d'un tuyau doit être limité à 0,125 % de sa longueur. Cette caractéristique essentielle permet le respect de très faibles pentes.	Le défaut de rectitude d'un tuyau doit être limité à 0,125 % de sa longueur. Cette caractéristique essentielle permet le respect de très faibles pentes.	selon NF EN295 DN = 150 à 300 : 5 mm/m 150 < DN < 300 : 4 mm/m 300 < DN < 500 : 3 mm/m Si les tuyaux sont posés avec le point de mesure au bout, c'est-à-dire dans le prolongement de l'axe du tuyau, les tuyaux en grès peuvent être posés à l'aveugle sans aucune mesure faite l'objet d'un contrôle rigoureux et automatisé.	Cette caractéristique essentielle permet le respect de très faibles pentes	Posé à très faibles pentes 1 mm/m		3mm de flèche max sous 30° sur une barre de 6m (cf. test CF9)				
Poids au ml - Tuyau	selon diamètre	DN 200: 31 kg DN 500: 106 kg	DN 200: 18,9 kg	Pour DN 200= 92 kg/tuyau (2,5 m) Pour DN 500= 435 kg/tuyau (2,5m)	DN200 7,5kg/ml - DN500 33kg/ml	DN200 6 kg/ml - DN500 34kg/ml en BA 10 000 Nmm²	DN200 : 5,6kg/ml DN500 : 33,5kg/ml	200 P10/16,02Kg/m/200 P12/17,80Kg/m	D.207,8 : 5,950kg/ml - D.517,2 : 36,670kg/ml			
Différents Revêtements intérieurs - tuyaux	En standard : pas de revêtement intérieur	Ciment aluminé (CAL) Pour applications particulières revêtement Polyuréthane	Epoxy	ne s'applique pas	résine polyester ou vinylester	Résine polyester non saturée ou Vinyle Ester	Tube paroi compacte	PP	plaine matière			
Différents Revêtements intérieurs - raccords		Epoxy	Epoxy	ne s'applique pas	résine polyester ou vinylester	Résine polyester non saturée ou Vinyle Ester	Sans charges	PP				
Epaisseur revêtement intérieur		DN 200 : épaisseur nominale CAL: 4 mm DN 500 : épaisseur nominale CAL: 5 mm	300µ Epoxy bi-composants	ne s'applique pas	liner intérieur =1mm	liner intérieur =1mm	/	0,5mm				
Différents Revêtements extérieurs - tuyaux	Non applicable	Zinalum = Alliage Zinc Aluminium 85/15 Electro déposé - couche poreuse Agricoat	Zinalum = Alliage Zinc Aluminium 85/15 Electro déposé - couche poreuse Agricoat	ne s'applique pas	liner extérieur =0,2mm	Silice de protection UV	/	PP + Silicate de Magnésium				
Différents Revêtements extérieurs - raccords	Non applicable	Epoxy	Epoxy	ne s'applique pas		Silice de protection UV	/	PP + Silicate de Magnésium=250/PP 4M²=250				
Revêtements optionnels				ne s'applique pas	VIVILESTER	OUI pour Ph 0,2 à 14 ou pour très haute résistance à l'abrasion	/	Non				
Raccords		Tés, coudes, clochettes, piquages, manches de scierement, manches, Tés de visite, trappes d'accès, boîtes de branchement, B.E. B.U, pièces de liaison avec matériaux...	Tés, coudes, clochettes, piquages, manches de scierement, manches, Tés de visite, trappes d'accès, boîtes de branchement, pièces de liaison avec matériaux...	Tuyaux T, pièces de piquage, manchon céramique, entassements, supports, regards, non visitables, regards visitables, boîtes de branchement, pièces de scierement, réduction, produit sur mesure... Tout ce qui est nécessaire pour constituer un réseau total d'assainissement	Tés, Coudes, Réduction, Boîtes de branchement, regards de visite, Coudes, Réduction, Manchon de scierement, BE, BU...	Système complet Tés, Boîtes de branchement, manches liner matériaux, Regards de visite, Coudes, Réduction, Manchon de scierement, BE, BU...	DN 110 à 630 Coudes, tés, clochettes, Tés de visite, manchon	DN 110 à 630 Coudes, tés, clochettes, Tés de visite, manchon (12KVM²)	Tés, coudes, clochettes, piquages, regards, manches de transition, etc.			
Protection cathodique	Pas nécessaire	Sans objet	Sans objet	Pas nécessaire	NON	PAS NECESSAIRE		Pas nécessaire	Ne conclut pas			
Assemblage	Joint intégré	Joints automatiques Conception PAM	Joints automatiques Conception PAM	ne s'applique pas	Manchon double emboîtement	Manchon à doubles lèvres serties	Joint Battery - Lock Eclaircie à 2,5 bars	Par emboîtement TOP CONNECT	Soudage en bout à bout - par manchon électrosoudable			
Verrouillage	Non applicable en gravitaire	Possible par simple changement du joint	Non	ne s'applique pas	OUI	OUI par brides ou manchons résistants à la traction	Manchon Electroscoutable	Non	PN6 ou PN10 ou PN20 ou PN25 bars	OUI		
Résistance à la pression intérieure (Gamme usuelle)	Non applicable en gravitaire	Gravitaire: 2 bar tous DN selon EN 598 essai1 5,2 avec effort tranchant (30Nmm de DN). Déviation angulaire, jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.	Gravitaire: 2 bar tous DN selon EN 598 essai1 5,2 avec effort tranchant (30Nmm de DN). Déviation angulaire, jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.	Gravitaire: 0,5 - 1 - 2,4 bars	PN1 PN6 PN10 PN16 PN20 PN25 PN32 bars	PN1 PN6 PN 10 PN 16	Gravitaire	1 bar	gravitaire / PN 6,3 / PN 10 / PN 16 / PN 25			
Démontage	Non applicable en gravitaire	Sans objet	Sans objet	ne s'applique pas, non applicable en gravitaire	NON	NON	/	/				
Résistance à la dépression	Non applicable en gravitaire	-0,9 b - selon EN 598 essai2 5,2 avec effort tranchant (30Nmm de DN). Déviation angulaire, jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.	0,9 b - selon EN 598 essai2 5,2 avec effort tranchant (30Nmm de DN). Déviation angulaire, jeu annulaire maximum, épaisseur minimum, durée 2h.	ne s'applique pas	OUI (-1,0b)	-1 bar	-0,5 bars		a 20°C dP admissible = -3,15 bar pour un PN10 -0,8 bar pour un PN6.			
Déviation angulaire au rayon de courbure	étanchéité testée sous déviation angulaire de 12 500DN en milliradians par mètre ou d'un angle de 90 mm/m.	DN 200 : 5° DN 500 : 4°	DN 200 : 4°	Dépend du diamètre. Pour DN200, déviation angulaire maximale de 10mm c'est-à-dire 25cm/tuyau (2,5m)	OUI - DN200 à 600 3°	3° DN 200 à 600	110 à 315 : 2° à 315 : 1,5°	2° pour DN=315mm/1,6° pour DN=500mm	PN6 : R=36D - PN10 : R=58D	a 20°C, 40 x DN pour un PN 10, 60 x DN pour un PN 6		
Charges de rupture	Selon classe de résistance et diamètre	420 Mpa - limite de contrainte	420 Mpa - limite de contrainte	Dépendant du diamètre et la classe de résistance	A 50 ANS selon ISO 10471 et Spec NF EN 14364	220MPa Contraintes à la limite élastique		22MPa				
Résistance tassement différentiel (précisez les conditions d'essai)	Etanchéité testée sous déviation angulaire et sous cisaillement	La résistance à la traction (420 MPa) de la fonte ductile, confère au tuyau une grande résistance au cisaillement. Tous les essais de pression des joints réalisés dans EN 598 sont réalisés sous effort tranchant (30Nmm de DN)	La résistance à la traction (420 MPa) de la fonte ductile, confère au tuyau une grande résistance au cisaillement. Tous les essais de pression des joints réalisés dans EN 598 sont réalisés sous effort tranchant (30Nmm de DN)	Haute flexibilité dans les connexions si une fondation non rigide est prévue	OUI - Nécessité de disposition constructive type bicoque au droit des raccords	Utilisations de tuyaux courts et de bicoques	+++	Alongement 350% + rayon de courbure. Le tube PEHD offre la meilleure résistance au tassement différentiel				
Résistance à la fissuration	Essai de résistance fissuration < 0,3 mm sous 23 de la charge de rupture	Sans objet	Sans objet	Tuyau rigide	Aucune fissuration jusqu'à 20% d'ouverture. Voir résultats essai d'ouverture dans avis Technique	Pas de propagation de fissures (fibres discontinues croisées)	Pas sensible	Aucune fissuration jusqu'à 20% d'ouverture (voir test CSTB) Voir paragraphe 4.2.1 de l'Atac				
Rigidité diamétrale minimale kN/m²	Ordre de grandeur pour DN 600 RAS = 2600 kN / m² (CFE 2600)	DN 200 Rigidité annulaire Instantané RAS1: 105 kNm² DN 200 Rigidité annulaire Vieilli RASv: 105 kNm² DN 500 Rigidité annulaire Instantané RAS1: 22 kNm² DN 500 Rigidité annulaire Vieilli RASv: 22 kNm² RASv/RAS1=1. Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps	DN 200 Rigidité annulaire Instantané RAS1: 32 kNm² RASv/RAS1=1. Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps	Résistance à l'écrasement, exprimé en kNm ou classe de résistance. RAS = RASv dépendant du DN et classe de résistance (épaisseur de la paroi)	5000 - 8000 et 10000 Nmm²	5 kNm² 10 kNm² 20 kNm²	10 à 16 kNm²	SNB valide 10 et 12 kNm²/SN16	PN6 = CR4 - PN10 = CR8			
Caractéristiques mécaniques	Comportement rigide, seul écrasement haut			Tuyaux rigide, haute résistance à l'écrasement		Dépend du couple sol tuyau	/	Voir Avis 1710-224 Chapitre 4.2				
Déflexion diamétrale	Sans objet le béton ne se déforme pas	DN 200 : 0,9% Ovaleté initiale maximum selon NF EN 598	DN 200 : 0,9% Ovaleté initiale maximum selon NF EN 598	ne s'applique pas - Le grès ne se déforme pas	maximum 1% du DN	0,6% environ selon DN et SN	6,10-3DN					
Ovalisation (ou Faux-rond maximal)	Sans objet le béton ne se déforme pas	DN 200 ovalisation admissible à court terme: 2,5% DN 200 ovalisation admissible à long terme: 2,5% DN 500 ovalisation admissible à court terme: 3,4% DN 500 ovalisation admissible à long terme: 3,4% Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps.	DN 200 ovalisation admissible à court terme: 3,6% DN 200 ovalisation admissible à long terme: 3,6% Les caractéristiques mécaniques de la fonte ductile sont constantes dans le temps.	ne s'applique pas - Le grès ne se déforme pas, tuyau rigide	3% à court terme et 5% à long terme sont tolérés		/	5% du Diam				
Limite d'élasticité	Sans objet	270 Mpa- Allongement 10%	270 Mpa- Allongement 10%	ne s'applique pas			/		10%			
Coefficient de rugosité	Selon NF EN 752	Selon NF-EN 752 (2008)	Selon NF-EN 752 (2008)	Selon l'approche de Prantl Colebrook, et conformément à la norme NF EN 752, les produits en grès atteignent des valeurs typiques de l'ordre de 0,02 à 0,05 mm. Pour les sections d'égout en grès, les produits en grès atteignent un coefficient de rugosité global de 0,5 mm (rugosité fonctionnelle) en tout cas pour les conduites d'eaux usées.	Manning = 0,14 Rugosité absolue = 0,029mm	K=0,01 mm équivalent à un Manning standard de 100 à 115	Application norme NF EN 752	0,01mm	0,06	0,01 mm jusqu'au DN 200, 0,05 au-delà.		
Sensibilité à la perméation de substances	Les tuyaux fonte ductile sont insensibles à la perméation	Les tuyaux fonte ductile sont insensibles à la perméation	Les tuyaux fonte ductile sont insensibles à la perméation	Totalement insensible	NON	NON	/		non aux hydrocarbures			
Modalités de mise en œuvre	NF EN 1610 et Fascicule 70. Le béton autorisé des poses avec des matériaux de site et/ou avec un compactage moindres	Fascicule 70. Le matériau fonte ductile conforme au tuyau intégré un comportement "semi-rigide" qui autorise des poses peu sophistiquées, compactage moindres, réemploi possible des sols en place	Fascicule 70. Le matériau fonte ductile conforme au tuyau 72332 un comportement "semi-rigide" qui autorise des poses peu sophistiquées, compactage moindres, réemploi possible des sols en place	NF EN 1610, Fascicule 70 et manuel de pose du fabricant	Selon Fascicule 70	Selon Fascicule 70	NF - EN 1610 Remplir des sols extraits possible	NF - EN 1610 Remplir des sols extraits possible				
Développement durable (durée de vie, ...)	>100 ans (selon guide ASTEE émissions G.E.S. durée amortissement 80 ans) Certification ISO 14001 - Recyclable à 100%	100 ans (selon guide ASTEE émissions G.E.S. durée amortissement 80 ans) Certification ISO 14001 - Recyclable à 100%	100 ans (selon guide ASTEE émissions G.E.S. durée amortissement 80 ans) Certification ISO 14001 - Recyclable à 100%	100 ans	100 ans	100 ans	100 ans	100 ans Certibat LEA	Voir dossier environnement 2013	recyclable - Garantie 50 ans	Durée de vie > 100 ans (Agence de l'eau) Flexibilité des soudures interne et résistance d'attaque Excellente résistance à l'abrasion Envasement faible d'où maintenance limitée Valorisation des compléments des déchets - Recyclabilité des déchets à 97% Impact environnemental faible	
Abrasion				Lorsque la résistance à l'abrasion est requise, elle doit être obtenue par des essais conformes à l'EN 205-3:2012, 15, et la profondeur moyenne d'abrasion doit être déclarée. Dans des conditions normales d'utilisation, les tuyaux en grès vitrifié sont considérés comme étant résistants à l'abrasion et devraient afficher des valeurs comprises entre 0,25 mm et 0,50 mm après 100 000 cycles de charge.		Les tuyaux en grès vitrifié ont une valeur de durée et rayures sur l'échelle de Mohr de 7.		0,05 pour 100 000 cycles - 0,3mm d'usage à 400 000 cycles				
Vitesse limite				Max. 15 m/s				15m/s				
Caractéristiques complémentaires...				voir http://www.steinroze-keramo.com et http://www.francis-keramo.com	50ans	Poire fort élasticité et durée de vie	Ph : 2 à 12	Résistant aux UV Résistance Longitudinale				

N.B. : toutes les indications portées sur ce tableau sont relatives à un fabricant et ne sont données qu'à titres indicatifs.

Annexe 5 : Caractéristiques des équipements des réseaux

Matériaux	Produits						
	Béton	Fonte	PP	PRV	PEHD	PVC	GRES
Domaines d'emploi	Assainissement gravitaire en tranchée ouverte pour écoulement libre adapté à la fonction Eaux usées - Eaux pluviales - Industrie - Canalisation gravitaire	Informations non renseignées à ce jour	Assainissement gravitaire en tranchée ouverte pour écoulement libre adapté à la fonction Eaux usées - Eaux pluviales - Industrie - Canalisation gravitaire	Pluvial - assainissement	Informations non renseignées à ce jour	Informations non renseignées à ce jour	Informations non renseignées à ce jour
résistance au pH	pH 4 à 10 (si béton de classe d'exposition XA3 à base de ciment PM-SR) rapport E/C inférieur à 0,4 classe de résistance minimale c40/50 absorption d'eau inférieur à 5%		PH 2 à 13 Possibilité de PH 1 à 14 suivant étude de la société et adaptation des systèmes de joints	1 à 12			
durabilité	> à 50 ans si si béton de classe d'exposition XA3 à base de ciment PM-SR rapport E/C inférieur à 0,4 classe de résistance minimale c40/50 absorption d'eau inférieur à 5%		100 ans Rapport tiers du LGA	> 50 ans			
Principe des matériaux	Système de branchement à comportement rigide matériau naturel à base de sable, de granulats, de ciment et d'eau sélectionnés et adaptés : après pesage, malaxage, humidification, moulage des produits et séchage. Obtention d'éléments de regards rigide à forme définitive à paroi lisse, indéformable et structure totalement MONOLITHIQUE		Conforme aux spécifications de la norme NF EN 13 598-2 Système de regards modulaires en polypropylène à paroi compacte obtenu par injection	regard à façon			
Normes de référence (version)	NF EN 1917 : 2003 NFP 16-346-2 / 2003		NF EN 13 598-2				
Marque NF	Oui, certification NF 120		NF 442				
Gamme de diamètres intérieurs/extérieurs usuels	Ils sont qualifiés de visitables lorsque leurs diamètres intérieurs est au moins égal à 1,00 m et peuvent être généralement munis d'échelons pour garantir la sécurité du personnel d'exploitation et d'entretien. Ils sont occasionnellement visitables lorsque l'accès par le personnel ne peut se faire qu'à la condition d'être arraché.		Fût DN 600 - 800 -1000 Raccordement : DN 160 à 630	DN 100 à 3000			
Changement direction réseau	Les changements de directions se font à l'intérieur du regard par des angles déterminés par le fabricant. L'étanchéité du branchement des canalisations sur le regard est assuré par le fabricant comme suit : regard de faible profondeur (joint rapporté), moyenne profondeur (joint intégré scellé dans la masse), et forte profondeur (manchon de scellement fourni par le fabricant de canalisation et intégré par le fabricant de regard)		Gamme complète de cunettes injectées. Possibilité de réaliser des cunettes avec angulations spéciales	Tout angle possible			
Hauteurs disponibles	éléments de regard ainsi que les têtes tronconiques MONOLITHIQUE peuvent être de hauteurs variables en fonction des fabricants afin de limiter le nombre d'éléments constituant la colonne et donc les jonctions et points d'étanchéité. L'étanchéité sera réalisé comme suit : regard faible profondeur (joint impermastic ou epdm rapporté à talon glissant), regard moyenne et forte profondeur (joint epdm intégré et scellé dans la masse afin d'absorber les tassements différentiel et les mouvements de terrain)		Enfouissement jusqu'à une profondeur maximale de 6 m	toute haut possible			
Rectitude	Eléments de fond : -Diamètre intérieur : + ou - 10mm -Ecart planéité et équerrage : < ou = 1% du diamètre intérieur -Hauteur > 1m : + ou - 1,5% de la hauteur déclarée -Ecart d'ovalisation < ou = 1% du diamètre intérieur -Pente de banquette : 13% + ou - 5% Têtes réductrices : -Diamètre ouverture en tête : 600 à 650 + ou - 10 mm sur la valeur annoncée -Hauteur utile < ou = 1m : + ou - 10mm -Hauteur utile > 1m : + ou - 1,5% de la hauteur déclarée Pour les têtes réductrices à trou centré, la distance D entre le sommet de la tête réductrice et le bord supérieur du premier échelon doit être au moins de 250mm et au plus de 550mm. Pour les éléments de fond, la distance D entre le bord supérieur du dernier échelon et la banquette est < ou = à 650mm Eléments droits : -Diamètre intérieur : + ou - 10mm -Hauteur utile (définie par le fabricant) : < ou = 1m : + ou - 10mm > 1m : + ou - 1,5% de la hauteur déclarée -Ecart planéité, équerrage et ovalisation : < ou = 1% du diamètre intérieur Dalles réductrices : -Diamètre ouverture : 600 à 650mm + ou - 10mm sur la valeur annoncée Echelons : -Projection minimale : 120mm -Espacement : compris entre 250 et 350mm Réhausses sous cadre : -Hauteur < ou = 250mm -Diamètre ouverture : 600 à 650 mm + ou - 10mm sur la valeur annoncée						
Poids au ml - Tuyau	Poids de chaque élément mentionné par le fabricant		Se conférer à la documentation fournisseur Exemple : Cunette Dn 800 Passage direct en DN 200	98 Kg/ ml DN 1000			
Différents Revêtements intérieurs - tuyaux	Epoxy Inox polyuréthane		100% en Polypropylène	polyester, vinylester			
Epaisseur revêtement intérieur	Epoxy bi-composant		100% en Polypropylène				
Différents Revêtements extérieurs - tuyaux	Epoxy bi-composant revêtement bitumineux		100% en Polypropylène				
Assemblage	Branchements : L'étanchéité du branchement des canalisations sur le regard est assuré par le fabricant comme suit : regard de faible profondeur (joint rapporté), moyenne profondeur (joint intégré scellé dans la masse), et forte profondeur (manchon de scellement fourni par le fabricant de canalisation et intégré par le fabricant de regard) Interéléments : L'étanchéité sera réalisé comme suit : regard faible profondeur (joint impermastic ou epdm rapporté), regard moyenne et forte profondeur (joint epdm intégré et scellé dans la masse afin d'absorber les tassements différentiel et les mouvements de terrain)		Joint de type bi durté à lèvres entre éléments et jonction avec le réseau sur base du joint serti Safety lock	manchons ou laminations			
Verrouillage	verrouillage branchement canalisation : par intégration de manchons fournis par le fabricant du tuyau et munis de joints automatiques		Possibilité de souder les éléments				
Résistance à la pression intérieure (Gamme usuelle)	0,5 bar conforme à la norme NF 1917		Cunette étanche à 2,5 bars Etanchéité entre élément : 0,5 bar conforme NF EN 1277				
Résistance à la dépression	Ne s'applique pas		Réseau gravitaire	-1 bar			
Déviations angulaires ou rayon de courbure	Branchement : joint rapporté + ou - 5° joint intégré scellé dans la masse + ou - 10° manchons intégré se référer dans la notice du fabricant Colonne regard : joint bitumineux néant 0° joint epdm rapporté à talon glissant : 0,5° joint epdm intégré scellé dans la masse : 1,5°		Idem canalisation polypropylène Conforme exigences de la NF EN 476	3°			
Résistance mécanique	élément droit : 30 kN/m Tête tronconique : 300 kN		Module d'élasticité : > 1 700 Mpa Contrainte limite élastique : 22 Mpa				
Résistance tassement différentiel (précisez les conditions d'essai)							
Résistance à la fissuration	sans objet		sans objet				
Limite d'élasticité	Ne s'applique pas		22 Mpa				
Coefficient de rugosité	Selon l'approche de Prandtl-Colebrook et de Strinckler conformément à la norme NF 120		Collebrok < 0,1				
Sensibilité à la perméation de substances	absorption d'eau inférieur à 5%		Néant				
Modalités de mise en œuvre	Selon Fascicule 70		Suivant NF EN 1610 et spécifications du fascicule 70	Fascicule 70			
Développement durable (durée de vie, ...)	Résistant à la corrosion, à l'usure par l'abrasion et hydrocurage, de haute tenue mécanique, imperméable, étanche. Durabilité-Stabilité-Sécurité : Environnement protégé pour de très nombreuses générations		Recyclable à 100 % Dispose d'une FDES validée par tiers				

N.B. : toutes les indications portées sur ce tableau sont relatives à un fabricant et ne sont données qu'à titres indicatifs.