

Sur le procédé

## FIBERSTRONG

**Famille de produit/Procédé :** Tuyau, tube, canalisation et accessoire d'assainissement

**Titulaire(s) :** Société FUTURE PIPE SARL

### AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

**Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux**

**Versions du document**

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace l'Avis Technique 17.2/16-325_V2 et intègre les modifications suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>• modification du format du document,</li><li>• modification de la valeur du facteur de fluage à long terme en milieu humide (§2.2.3.4.2)</li></ul>	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

**Descripteur :**

Les tubes FIBERSTRONG sont fabriqués en polyester renforcé de fibres de verre (PRV), et assemblé par manchons. Ils sont destinés à transporter gravitairement ou sous pression des eaux usées domestiques ou des eaux pluviales.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté .....	4
1.1.1.	Zone géographique .....	4
1.1.2.	Ouvrages visés .....	4
1.2.	Appréciation .....	4
1.2.1.	Aspects sanitaires .....	4
1.2.2.	Aptitude à l'emploi du procédé .....	4
1.2.3.	Durabilité .....	4
1.2.4.	Impacts environnementaux .....	4
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	4
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé .....	5
2.	Dossier Technique .....	6
2.1.	Mode de commercialisation .....	6
2.1.1.	Coordonnées .....	6
2.1.2.	Identification .....	6
2.1.3.	Mode de commercialisation .....	6
2.2.	Description .....	6
2.2.1.	Principe .....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants .....	7
2.2.3.	Caractéristiques du produit .....	7
2.3.	Dispositions de conception .....	10
2.3.1.	Dimensionnement mécanique .....	10
2.3.2.	Dimensionnement hydraulique .....	11
2.4.	Conditionnement, manutention et stockage .....	11
2.4.1.	Conditionnement .....	11
2.4.2.	Transport et stockage .....	11
2.5.	Dispositions de mise en œuvre .....	11
2.5.1.	Assemblage par manchons DBC .....	11
2.5.2.	Assemblage par bride .....	12
2.5.3.	Autres méthodes d'assemblage .....	12
2.5.4.	Pose en tranchée .....	12
2.5.5.	Réalisation des branchements sur conduites .....	12
2.5.6.	Assemblage sur structure rigide (regard en béton, chambre à vannes, traversée de mur, etc.) .....	12
2.6.	Maintien en service du produit .....	13
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication .....	13
2.7.1.	Mode de fabrication .....	13
2.7.2.	Contrôles internes .....	14
2.7.3.	Contrôles externes .....	14
2.8.	Mention des justificatifs .....	15
2.8.1.	Résultats Expérimentaux .....	15
2.8.2.	Références chantiers .....	15
2.9.	Annexe du Dossier Technique .....	15

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM).

### 1.1.2. Ouvrages visés

Les canalisations Fiberstrong© sont destinées à transporter gravitairement (PN 1) ou avec pression (PN 3 à 16) des eaux usées domestiques ou des eaux pluviales.

---

## 1.2. Appréciation

---

### 1.2.1. Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

### 1.2.2. Aptitude à l'emploi du procédé

Les tubes et accessoires Fiberstrong© sont conformes aux exigences minimales telles que définies dans la norme NF EN 14364. Les tubes DN 1100, 1300, 1500, 1700, 1900, 2100, 2300, 2500, 2700 et 2900 sont considérés par la norme NF EN 14364 comme étant de dimensions non préférentielles.

Les caractéristiques des produits mesurées lors des essais de laboratoire, ainsi que les références de chantier fournies par le demandeur, permettent de porter une appréciation positive sur l'aptitude à l'emploi de ces canalisations dans le domaine envisagé.

Les caractéristiques mécaniques et dimensionnelles des tubes Fiberstrong© permettent de concevoir et réaliser des réseaux au comportement mécanique comparable à celui des canalisations traditionnelles réalisés en d'autres matériaux.

L'intérêt concernant l'utilisation de longueurs de 12 m doit tenir compte de la fréquence des branchements et des ouvrages d'accès qui rendent nécessaire le travail à façon sur chantier.

### 1.2.3. Durabilité

Le matériau constitutif des tubes Fiberstrong© (PRV ou composite résine polyester - fibres de verre) est adapté aux conditions d'utilisation habituellement rencontrées dans les réseaux d'assainissement.

La durabilité des tubes Fiberstrong© est étroitement liée à la qualité de la résine mise en œuvre sur la couche interne. La conception de la structure des tubes et accessoires Fiberstrong© ainsi que leurs conditions de fabrication permettent d'en assurer les performances.

Les canalisations Fiberstrong© ne réclament pas d'entretien particulier autre que l'entretien normal des réseaux d'assainissement : curage, inspection, etc. L'entretien se fera en respectant les préconisations figurant au chapitre 2.6 du Dossier Technique.

### 1.2.4. Impacts environnementaux

Les produits Fiberstrong© ne disposent d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

---

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

Il est rappelé que :

- le choix d'un matériau résistant à la corrosion ne doit en rien diminuer la portée de la phase conception du réseau.
- Pour les réseaux d'assainissement gravitaire, les changements de direction, de pente, ou de diamètre doivent être réalisés à l'intérieur même d'un regard. La mise en œuvre de coudes et tés pour la constitution d'un réseau gravitaire peut:
  - diminuer la capacité hydraulique de celui-ci,
  - accroître les risques d'obstruction,

- limiter les possibilités d'entretien et d'investigation par caméra.

Il convient donc de n'utiliser ces composants que pour des situations particulières, qu'après examen des contraintes hydrauliques, d'exploitation et d'espace disponible.

Le choix des outils d'hydrocurage doit faire l'objet de vérifications pour s'assurer de leur compatibilité avec les caractéristiques des canalisations.

#### 1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé

DN/ OD	PN1			PN3			PN6			PN10			PN12			PN16		
	SN 5000	SN 10000	SN 12500	SN 5000	SN 10000	SN 12500	SN 5000	SN 1000 0	SN 1250 0	SN 5000	SN 10000	SN 1250 0	SN 5000	SN 1000 0	SN 1250 0	SN 5000	SN 1000 0	SN 1250 0
200	X	X		X	X		X	X										
250	X	X		X	X		X	X										
300	X	X		X	X		X	X		X			X			X		
350	X	X		X	X		X	X		X			X			X		
400	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
450	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
600	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
700	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
800	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
900	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1400	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1600	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1700	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1800	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1900	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2400	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2500	X	X		X	X		X	X										
2600	X	X		X	X		X	X										
2700	X	X		X	X		X	X										
2800	X	X		X	X		X	X										
2900	X	X		X	X		X	X										
3000	X	X		X	X		X	X										

Tableau 1 : Gamme des DN, SN et PN visée par l'Avis Technique

## 2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

### 2.1. Mode de commercialisation

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : FUTURE PIPE FRANCE  
42, avenue Montaigne  
75008 Paris  
Tél. +33 1 72 76 25 15  
Fax +31 523 208 700  
E-mail : sales-france@futurepipe.com  
Internet : http://www.futurepipe.com

Usine(s) : 6th OF OCTOBER (EGYPT)

#### 2.1.2. Identification

Chaque tube et accessoire comporte, conformément au référentiel de la marque QB, les mentions minimales suivantes :

- le logo Fiberstrong©,
- la matière (UP-GF),
- l'identification des composants,
- le diamètre nominal,
- la série (B1)
- la rigidité nominale SN,
- la pression nominale,
- la longueur,
- le n° d'ordre du tube et la date de fabrication,
- le logo QB suivi de la référence figurant sur le certificat.

Les tubes destinés à la découpe sur chantier sont marqués par deux lignes longitudinales diamétralement opposées.

#### 2.1.3. Mode de commercialisation

Les canalisations Fiberstrong© sont commercialisées par FUTURE PIPE FRANCE et FUTURE PIPE SPAIN, S.A.

### 2.2. Description

#### 2.2.1. Principe

Les tubes en PRV Fiberstrong© de la société FUTURE PIPE sont fabriqués à partir de résine polyester UP jusqu'à DN 3000 et PN16 et sont destinés au transport avec ou sans pression des effluents domestiques et assimilés et pluviaux, soit 32 diamètres nominaux série B1 au sens de la norme NF EN 14364 : DN/OD 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000.

Les tubes et raccords Fiberstrong© sont désignés par leur diamètre nominal (DN) série B1 au sens de la norme NF EN 14364.

- Les classes de pression nominale (PN) des tubes Fiberstrong© sont :

PN	1	3	6	10	12	16
Pression de Fonctionnement Admissible (PFA)	1	3	6	10	12	16
Pression Maximale Admissible (PMA)	1,4	4,2	8,4	14	16,8	22,4
Pression d'Epreuve Admissible sur chantier (PEA)	1,5	4,5	9	15	18	24

- Les classes de rigidité annulaire spécifique (SN) des tubes Fiberstrong© sont 5000, 10000, 12500.
- Les longueurs de livraison sont 3, 6 ou 12 m (Les tubes Fiberstrong© peuvent être également livrés à des longueurs intermédiaires définies en fonction des contraintes d'installation sur chantier).

En association à ces tubes, il existe des accessoires : branchements, coudes, culottes, cônes, selles de branchements, fonction du domaine d'emploi.

Les tubes et raccords en PRV Fiberstrong© sont assemblés au moyen de manchons DBC en PRV à double joint élastomères à lèvres permettant d'obtenir une liaison flexible.

Le référentiel de base qui s'applique aux tubes et raccords Fiberstrong® est la norme NF EN 14364 : Systèmes de canalisations en plastique pour l'évacuation et l'assainissement avec ou sans pression — Plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) à base de résine de polyester non saturé (UP) — Spécifications pour tubes, raccords et assemblages.

## 2.2.2. Caractéristiques des composants

Les proportions entre les différents matériaux varient en fonction de la rigidité et de la pression souhaitée.

### 2.2.2.1. Résine

La résine utilisée est une résine polyester UP insaturée de type Isophtalique de groupe 2A suivant la norme NF EN 13121-1.

### 2.2.2.2. Renforcement

Les renforcements de verre sont de type E ou E-CR et C continus et coupés selon les normes NF EN 14364 et NF EN ISO 2078. Le renforcement des couches interne et externe est à base d'un voile de verre de type C ou synthétique.

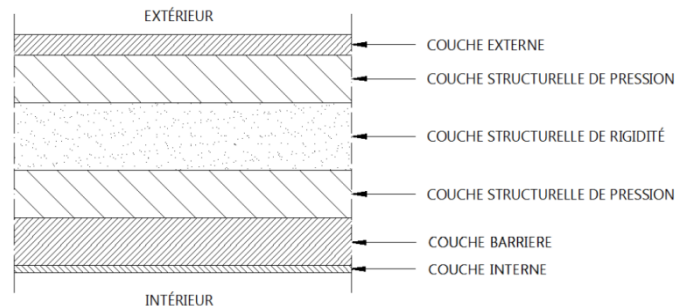
### 2.2.2.3. Charges

Les charges de sable sont composées d'au moins 95% en poids de quartz, avec des granulométries des particules inférieures à 1,0 mm et supérieures à 63 µm à l'exclusion de toute autre charge.

## 2.2.3. Caractéristiques du produit

### 2.2.3.1. Structure

La structure composite de la paroi s'établit de la manière suivante (de l'intérieur vers l'extérieur) :



- Couche interne constituée d'une couche de 0,4 mm de résine pure, renforcée d'un voile de verre de type C ou tissu polyester.
- Couche barrière constituée de fibres de verre coupées de type E ou E-CR. L'épaisseur de cette couche est de 1 mm.
- Couche structurale représentant l'essentiel de l'épaisseur de paroi, de nature sandwich et constituée de fibres de verre coupées, continues et de sable imprégnés de résine. Les verres constituant la couche structurante sont de type E ou E-CR.
- Couche externe riche en résine, renforcée d'un voile de verre de type C ou tissu polyester, l'épaisseur est de 0,3mm.

L'épaisseur de la couche structurante varie en fonction du diamètre, de la pression et de la rigidité. Les autres couches ont une épaisseur constante telle qu'indiqué ci-dessus en configuration standard.

### 2.2.3.2. Aspect, état de finition

Tube lisse de couleur gris clair. L'intérieur est légèrement plus foncé en fonction de la teneur en sable.

### 2.2.3.3. Caractéristiques géométriques

#### 2.2.3.3.1. Caractéristiques dimensionnelles et poids des tubes

Les caractéristiques dimensionnelles des tubes PRV Fiberstrong® sont précisées dans les tableaux 2, 3, 4, 5 et figure 1 en annexe. Il existe des tubes dits "de coupe" (tubes calibrés) qui sont identifiés spécifiquement. Ils sont marqués avec deux lignes noires longitudinales opposées.

Ces tubes sont les seuls à être habilités à être tronçonnés sur chantier. Ils ne nécessitent pas de calibrage pour leur raccordement à l'aide des manchons DBC Fiberstrong® étant donné qu'ils ont été préalablement calibrés sur toute leur longueur en usine.

La quantité de tubes de coupe livrés sur chantier doit être précisée lors de la commande.

#### 2.2.3.3.2. Caractéristiques dimensionnelles et poids des manchons DBC Fiberstrong®

Les caractéristiques dimensionnelles et poids des manchons DBC Fiberstrong® figurent en annexe (tableaux 6, 7 et 8 et figures 2, 3 et 4).

Les joints utilisés sont de 4 types :

DAG = Diamètre extérieur du joint

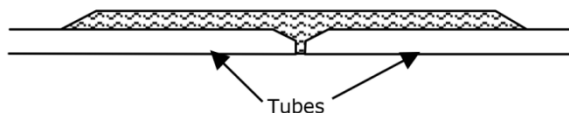
DN	Type de joint	DAG mm (+/- 0,5%)
200	I	243
250	I	294
300	II	348
350	II	402
400	II	451,1
450	II	503,7
500	II	556,2
600	III	675
700	III	781
800	III	888
900	III	994
1000	III	1100
1100	III	1206
1200	III	1313
1300	III	1419
1400	III	1525
1500	III	1631
1600	III	1738
1700	III	1844
1800	III	1950
1900	III	2056
2000	III	2163
2100	III	2269
2200	III	2375
2300	III	2481
2400	III	2588
2500	III	2694
2600	IV	2826
2700	IV	2933
2800	IV	3039
2900	IV	3163
3000	IV	3269

La butée centrale est insérée dans la gorge médiane du manchon. La butée est continue.

#### 2.2.3.3.3. Caractéristiques d'autres types d'assemblages

Il est possible d'utiliser d'autres systèmes de raccordement avec les tubes PRV Fiberstrong®. Par exemple :

- Raccordements par raccords flexibles de type FLEXSEAL.
- Raccordements par frettage :



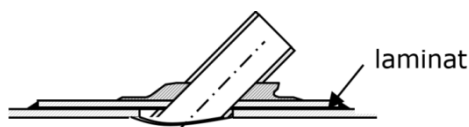
Les frettages doivent être réalisés par du personnel qualifié par FUTURE PIPE INDUSTRIES.

L'épaisseur et la largeur du frettage dépend du diamètre nominal, de la pression nominale et du type de fibre de verre utilisé.

#### 2.2.3.3.4. Caractéristiques dimensionnelles des pièces de raccordement

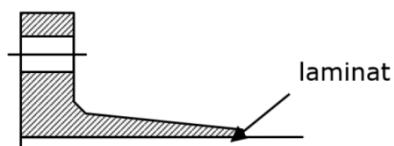
Les pièces de raccordement Fiberstrong®, sont les suivantes :

- Coudes,
- Branchements à 90°,
- Culottes à 45°,
- Réductions concentriques et excentriques,
- Selles de branchement à coller 90° ou 45° :



- Brides:





Ce type de raccord universel est particulièrement utilisé pour connecter deux tuyaux de différents matériaux. FUTURE PIPE INDUSTRIES fabrique les brides selon les normes internationales DIN-ISO-ASME-AWWA, etc.

Les pièces de raccordement sont conformes au § 6 de la norme NF EN 14364.

Les coudes, branchements et réductions sont équipés d'un manchon en usine (deux pour les branchements).

#### 2.2.3.4. Caractéristiques mécaniques

##### 2.2.3.4.1. Rigidité annulaire spécifique initiale

La rigidité annulaire spécifique initiale (SN ou RASi) est déterminée selon la norme ISO 7685.

##### 2.2.3.4.2. Rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées

Elle a été déterminée conformément à la norme ISO 10468. Celle-ci donne des valeurs de rigidité minimale à long terme fonction des classes de rigidité. Les valeurs sont les suivantes :

SN	$S_{50}$ (N/m <sup>2</sup> )
5000	3 760
10000	7 560
12500	9 460

##### 2.2.3.4.3. Résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement

La résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement est réalisée en deux étapes conformément à la norme ISO 10466 :

A. Première ovalisation : pas de fissure visible.

B. Deuxième ovalisation : pas de détérioration structurelle.

Les niveaux d'ovalisation, en % du diamètre moyen, imposés par la norme NF EN 14364 pour les niveaux A et B sont les suivants :

SN	5000	10000	12500
Niveau A	11,3	9,0	8,4
Niveau B	18,9	15,0	14,0

##### 2.2.3.4.4. Résistance ultime à la rupture à long terme en condition de fléchissement

La résistance ultime à la rupture à long terme en condition de fléchissement est déterminée selon la norme ISO 10471/A1 conformément à la norme NF EN 14364 :

SN	5000	10000	12500
Niveau C	11,3	9,0	8,4

Le niveau C correspond à l'ovalisation minimale extrapolée sans détérioration structurelle après 50 ans.

##### 2.2.3.4.5. Résistance spécifique initiale en traction longitudinale

Cet essai est réalisé selon la norme ISO 8513.

Les valeurs minimales sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 14364.

##### 2.2.3.4.6. Résistance en traction circonférentielle à court terme

La résistance à la traction circonférentielle est déterminée selon la norme ISO 8521, méthode B. La contrainte de rupture doit au moins correspondre à celle engendrée par une pression interne de 4 x PN.

##### 2.2.3.4.7. Essai de résistance long terme à la pression interne

La détermination de la résistance à long terme des tubes Fiberstrong® P à la pression interne est réalisée selon la norme NF EN 1447/A1.

Le rapport de la pression de rupture à long terme sur la pression nominale doit être au minimum celle du tableau 15 de la norme NF EN 14364.

##### 2.2.3.4.8. Résistance chimique

Elle est déterminée par un essai de corrosion sous contrainte selon la norme ASTM D-3681 (essai analogue à celui décrit dans la norme ISO 10952). L'allongement à rupture extrapolé à 50 ans sur des éprouvettes contenant 5% (en masse) d'acide sulfurique est de 0,86 %.

### 2.2.3.5. Etanchéité à l'eau

Les tubes Fiberstrong© sont étanches dans les conditions de la norme NF EN 14364 telles que définies dans les tableaux 18 et 21 et avec les déviations angulaires suivantes.

DN	Angulation admissible
DN ≤ 500	3°
500 < DN ≤ 900	2°
900 < DN ≤ 1800	1°
1800 < DN	0,5°

### 2.2.3.6. Pression intérieure de courte durée

Un contrôle d'étanchéité non destructif est effectué sur 100% des tubes et 100% des manchons Fiberstrong© à 2 x PN pendant 5 minutes selon le protocole de la norme AWWA C-950.

### 2.2.3.7. Résistance à l'abrasion

Les tubes Fiberstrong© ont fait l'objet d'essai d'abrasion réalisé selon la norme DIN 19565 (essai de Darmstadt).

La diminution d'épaisseur observée après 100 000 cycles (200 000 glissements) est de 0,34 mm, ce qui est inférieure à l'épaisseur de la couche de résine pure.

### 2.2.3.8. Résistance au curage

Un essai de comportement au curage a été mené sur site sur la base de la norme DIN 19523.

### 2.2.3.9. Coefficient de dilatation

Dans le sens axial, il est  $30 \times 10^{-6}$  mm/mm/°C.

### 2.2.3.10. Température

Les canalisations Fiberstrong© sont dimensionnées pour une température maximale en service de 35°C.

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Dimensionnement mécanique

#### 2.3.1.1. Tubes gravitaires

Le dimensionnement mécanique des tubes Fiberstrong© en enterré (tubes flexibles) est réalisé selon le Fascicule 70-1 avec les spécificités suivantes :

Défaut de forme initial

1% d'ovalisation forfaitaire c'est-à-dire  $e_0 = 0,005$  DN.

Coefficient de Poisson

Le coefficient de Poisson du matériau vt est 0,3.

Etat limite ultime

La vérification du non-flambement à court et long terme est faite sur la base d'un coefficient de sécurité de 2,5.

Les allongements à court terme et à long terme sous l'effet des charges majorées, sont calculés à partir de l'expression du moment ultime :

$$\varepsilon_{ult} = \frac{1}{2} \frac{M_{ult}.e}{D_m^3.ras}$$

Avec :

- $\varepsilon_{ult}$  : Allongement à la rupture (en %)
- $M_{ult}$  : Moment à la rupture (en N.m)
- $D_m$  : Diamètre moyen =  $(D_i + D_e)/2$  (en m)
- $ras$  : Rigidité annulaire spécifique (en N/m<sup>2</sup>).

Et sont comparés avec les allongements calculés à partir des limites d'ovalisation B et C définies au chapitre 2.2.3.4.

L'allongement limite  $\varepsilon_r$  est défini par :

$$\varepsilon_r = \frac{4.28 \times e}{Dm} \times \frac{OV}{(1 + 0,005 \times OV)^2}$$

avec :

- $e$  : Epaisseur du tube (mm)

- OV : Ovalisation d'essai imposée au tube en % (limite B pour le Court Terme et limite C pour le Long Terme)
- Dm : Diamètre moyen du tube (mm)
- $\varepsilon_r$  : Allongement maximal calculé pour l'ovalisation d'essai OV (%).

On vérifie que  $\gamma_m \times \varepsilon_{ult} \leq \varepsilon_r$  à Court Terme (avec  $\varepsilon_r = \varepsilon_{rCT}$ ) et à Long Terme (avec  $\varepsilon_r = \varepsilon_{rLT}$ ) avec :  $\gamma_m = 1,2$  pour les canalisations non visitables et 1,32 pour les canalisations visitables ( $D_{int} \geq 1000\text{mm}$ ).

La vérification du comportement mécanique aux états limites ultimes devra prendre en compte la valeur maximum en allongement toléré de 0,86 % affectée d'un coefficient de 1,2 pour les réseaux non visitables et de 1,32 pour les réseaux visitables.

#### Etats Limites de Service (ELS)

L'ovalisation calculée à court terme doit être  $\leq 4$  %.

L'ovalisation calculée à long terme doit être  $\leq 5$  %.

### 2.3.1.2. Tubes sous pression

Dans l'attente d'une méthode de calcul normalisée, la démarche suivante est appliquée :

- Calcul du tube vide comme précédemment décrit pour les tubes gravitaires : non flambement et vérification de résistance aux ELU (en particulier calcul de  $\varepsilon_{rLT}$ ) et ovalisation aux ELS, Les prescriptions du fascicule 70-1 sont appliquées.
- Calcul du tube soumis aux effets combinés de la pression intérieure Pmax (pression maximale de service) et des charges de terres et d'exploitation selon l'approche développée dans le rapport technique ISO TR 10465-3. Ce mode de dimensionnement prend en compte les considérations propres aux conduites sous pression mentionnées au § 6 de la norme NF EN 1295-1.

### 2.3.2. Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique des réseaux gravitaires constitués de tubes Fiberstrong© doit être réalisé conformément à la norme NF EN 16933-2 sur la base des données de l'Instruction Technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations de juin 1977 et en prenant en compte les valeurs de diamètres intérieurs annoncés.

La conception hydraulique des réseaux sous pression doit prendre en compte les critères figurant en annexe A de la norme NF EN 805 (§ A2, A9, A10, et A 11).

---

## 2.4. Conditionnement, manutention et stockage

### 2.4.1. Conditionnement

Les tubes Fiberstrong© sont livrés posés sur des poutres de bois et calés avec des coins de bois. Il est souhaitable de réutiliser ces poutres et cales pour les supporter en leur lieu de stockage sur chantier.

Les raccords sont livrés sur palette ou unitairement selon leurs dimensions et doivent être stockés dans leur emballage.

Les tubes Fiberstrong© peuvent être livrés emboîtés les uns dans les autres (télescopage). Ce conditionnement ne peut être assuré que par FUTURE PIPE et après accord formalisé entre le fournisseur et l'utilisateur.

### 2.4.2. Transport et stockage

Le transport et le stockage des tubes Fiberstrong© doivent se faire en respectant certaines règles. Les précautions suivantes doivent être prises :

- Emballage tel que les tubes ne soient pas supportés par les manchons.
- Calage des tubes lors du transport.
- Hauteur maximale d'empilage de 2,5 m (dans le cas où les tubes ne sont pas conditionnés).
- Possibilité d'emboîter des tubes de diamètre différent les uns dans les autres à condition que les points ci-dessus soient respectés et que des précautions soient prises sur chantier lors de leur déchargement. Ce conditionnement ne peut être assuré que par l'usine de production de FUTURE PIPE. Le déchargement se fait avec le bras d'un chariot élévateur protégé par un matériau au contact lisse tel qu'un tube PVC. Il se fait du plus petit au plus gros tube, avec délicatesse afin d'éviter tout frottement d'un tube contre l'intérieur de l'autre.

L'attention est attirée sur les précautions particulières des manutentions qui découlent d'un conditionnement de tubes emboîtés les uns dans les autres.

- Stockage sur zones planes et en conservant le conditionnement d'origine.
- Manutention par usage de sangles et en proscrivant chaînes et câbles.
- Le stockage à l'extérieur de durée supérieure à 6 mois sans protection des élastomères est proscriit.

---

## 2.5. Dispositions de mise en œuvre

### 2.5.1. Assemblage par manchons DBC

Avant tout assemblage, nettoyer le joint, les manchons, leurs gorges et les extrémités des tubes.

L'usage d'un lubrifiant neutre de nature végétal est préconisé. Ne pas utiliser de lubrifiant d'origine pétrolière.

Les assemblages sont réalisés par "tirefort" ou au godet de pelle en veillant à intercaler des cales de protection entre le dispositif de poussée et l'élément à emboîter.

Un assemblage correct est assuré par les butées centrales des manchons. Une ligne de positionnement est marquée sur les tubes, correspondant à la position de l'extrémité du manchon.

La découpe de tube sur site est possible en veillant à utiliser les tubes marqués spécifiquement. Cette découpe peut se faire de préférence au disque diamant. Un chanfrein doit être réalisé, avec une meuleuse de préférence, pour casser l'angle de coupe.

### 2.5.2. Assemblage par bride

Avant tout assemblage, nettoyer la face de la bride et le cas échéant la gorge ainsi que le joint.

L'usage d'un joint EPDM avec une âme métallique est préconisé. S'assurer que le joint est en bon état.

Après avoir positionné le joint, il est nécessaire d'aligner les brides à raccorder entre elles.

Insérer les boulons et les rondelles. Toute la boulonnerie doit être propre et lubrifiée. Les rondelles doivent être larges et plates (série L). Elles doivent toujours séparer les têtes de boulons et écrous de la surface de la bride en PRV.

Serrer les boulons sans appliquer d'efforts sur la bride au cours du serrage. L'utilisation d'une clé dynamométrique est préconisée. Le couple de serrage à appliquer est fourni par FUTURE PIPE FRANCE.

### 2.5.3. Autres méthodes d'assemblage

Les modalités et possibilités d'assemblage de tout autre raccord doivent faire l'objet d'un accord préalable de la part de FUTURE PIPE FRANCE.

### 2.5.4. Pose en tranchée

Les prescriptions des Fascicules 70-1 et 71 pour les canalisations flexibles et des normes NF EN 1610 et NF EN 805 s'appliquent aux tubes Fiberstrong®.

Il est recommandé de réaliser le lit de pose à l'aide de matériaux de granulométrie conforme au tableau ci-dessous et sur une épaisseur minimum de 10 cm (15 cm dans le cas d'un sol rocheux) en creusant au niveau des manchons. La surface du lit doit être parfaitement plane et le tube reposer sur toute sa longueur.

DN	Granulométrie (mm)
200 - 250	≤20
300 - 500	≤30
≥ 600	≤40

La zone d'enrobage est réalisée dans les conditions du Fascicule 70-1, jusqu'à 300 mm au-dessus de la génératrice supérieure, à l'aide de matériaux de granulométrie conforme au tableau ci-avant.

Le remblayage s'effectue par couches successives compactées au fur et à mesure. Au minimum un compactage contrôlé-validé q5 est exigé. Ce compactage est réalisé, comme pour tout type de canalisation, conformément à la norme NF P 98-331 pour la zone située au-dessus de l'enrobage.

En cas de pose en présence de nappe phréatique, les matériaux des type G1 doivent être retenus par un géotextile anticontaminant.

Dans le cadre spécifique de l'installation de tuyau de longueur de 12m les points suivants devront être vérifiés :

- L'accès au site devra être suffisamment large pour pouvoir manutentionner et stocker correctement les tuyaux
- Dans le cadre de la pose en tranchée, les longueurs de blindages adéquates devront être prévues afin de sécuriser la tranchée.
- Des sondages préalables du sol devront être effectués pour s'assurer qu'aucun réseau concessionnaire n'empêche l'installation.

Sur la base du coefficient de dilatation thermique et d'une amplitude de température de 50°, la dilatation ou contraction maximale d'un tube Fiberstrong® de 12 m est intégralement reprise par le manchon DBC sans risque de perte d'étanchéité.

Les coudes, tés, réductions, bouchons, etc. devront être contrebutés par des massifs bétons ou dispositifs d'ancrage.

La mise en œuvre de tubes de longueur supérieure à 6 m doit faire l'objet de précautions particulières.

### 2.5.5. Réalisation des branchements sur conduites

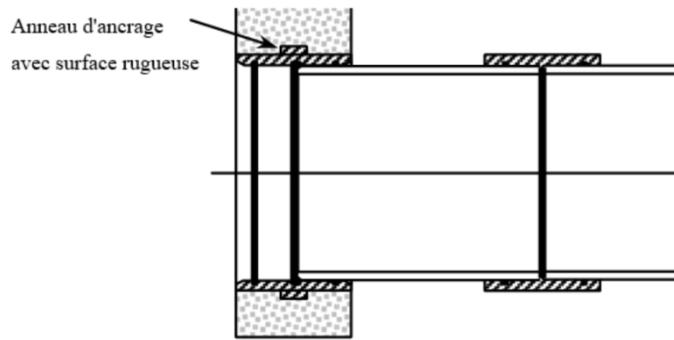
Plusieurs solutions sont envisageables :

- Découpe d'un tronçon de tube (avec résinage des tranches à l'aide de la résine fournie et utilisation de branchements PRV préfabriqués avec joints coulissants de type FLEXSEAL SC ou DC (veiller à respecter les prescriptions du fabricant)
- Découpe à la scie cloche du piquage (avec résinage des tranches à l'aide de la résine fournie) et utilisation de selles en PRV préfabriqués à coller sur chantier selon les instructions fournies par le fabricant.

### 2.5.6. Assemblage sur structure rigide (regard en béton, chambre à vannes, traversée de mur, etc.)

Pour le raccordement sur structure rigide béton, plusieurs solutions sont envisageables, en particulier :

- Utilisation de dispositifs Forsheda de type 910 adaptés au diamètre extérieur du tube PRV.
- Utilisation d'un manchon PRV spécial à sceller (figure ci-dessous) avec des mortiers sans retrait à base de ciments ou de résine.



- Utilisation de manchettes de scellement.

L'utilisation d'un tube court en sortie d'ouvrage est conseillée. Ils sont livrés calibrés ou en tube, qui peuvent être découpés. Une telle construction permet de reprendre des tassements différentiels éventuels. La longueur des tubes courts figure ci-dessous :

DN	Longueur (Min./Max.)
200 - 250	Min. 0.5 m & Max 0.5 m
300 - 500	Min. 0.5 m & Max. 2 x DN
600 - 900	Min. 1 m x DN & Max. 2 x DN
1 000 - 2 000	Min. 1 m x DN & Max. 2 m
2 100 - 4 000	Min. 1 x DN & Max. 1.25 DN

## 2.6. Maintien en service du produit

L'hydrocurage s'effectue avec une eau d'une température maximale de 60°C et avec une pression maximale de 100 bars et un débit de 250 L/min.

Les buses de curage disposent de plusieurs jets sur leur circonférence. L'angle d'incidence des jets doit être inférieur à 30°. Les buses à chaînes sont proscrites.

## 2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

### 2.7.1. Mode de fabrication

#### 2.7.1.1. Tubes

Les tubes PRV Fiberstrong© sont fabriqués par enroulement filamentaire en continu (CW) dans l'usine du Caire (Egypte). La machine est constituée d'un mandrin muni d'un feuillard en acier. Les différentes couches constitutives des tubes sont définies (teneur en fibre, teneur en charges) en fonction du DN, de la rigidité (SN) et de la pression nominale (PN).

Le tube ainsi constitué pénètre ensuite dans une zone chauffée où la polymérisation s'effectue.

A la sortie de la zone de polymérisation, le cylindre continu est tronçonné automatiquement à la longueur de 3, 6 ou 12 m (+/- 25 mm), valeur préalablement introduite dans un automate programmable.

Les tubes peuvent être livrés à des longueurs intermédiaires définies sur mesure en fonction du tracé et des contraintes d'installation sur chantier.

#### 2.7.1.2. Manchons

Les manchons sont fabriqués suivant le même principe et dans la même usine. Des tubes aux cotes des manchons sont fabriqués sur la machine d'enroulement puis amenés sur une machine d'usinage/tronçonnage. L'usinage des extrémités, le tronçonnage et la réalisation du chanfrein sont effectués en une seule opération.

Les deux joints en élastomère ainsi que la butée centrale sont ensuite positionnés. Les tubes DN200 et DN250 ne sont pas équipés de butée centrale.

Les joints des manchons DBC sont fabriqués en EPDM, conformes à l'EN 681-1 de dureté 55 +/- 5 DIDC.

La butée centrale des manchons DBC sont fabriqués en EPDM ou en SBR, conformes à la norme NF EN 681-1 de dureté 80 +/- 5 DIDC.

Les dimensions des manchons DBC figurent en annexe.

Tous les manchons Fiberstrong® passent ensuite dans un poste d'essai où ils sont testés à 2 fois la pression nominale.

Les coupes sur site des tubes et des pièces usinées doivent être protégés au moyen d'une couche de résine polyester.

### 2.7.1.3. Pièces de raccordement

Deux techniques sont réalisées pour la fabrication des raccords en PRV :

- Moulage par enroulement sur un moule de forme pour les raccords de DN ≤ 1000. On obtient ainsi des pièces monoblocs et notamment des coudes ayant une courbure régulière et continue qui permet une réduction significative des pertes de charge. Coudes et tés sont fabriqués par enroulement de rubans et/ou de tissus en filaments de verre tissés.
- Chaudronnage à partir d'éléments de tubes PRV Fiberstrong® tronçonnés. La continuité mécanique est obtenue par stratification de tissus et mats de verre chevauchant les éléments à assembler dans un ordre bien précis selon la classe de pression souhaitée.

Les raccords sont fabriqués à partir de tronçons de tubes de caractéristiques aux moins égales à celles des tubes utilisés.

Les extrémités des pièces mâles de raccordement sont usinées si nécessaire et chanfreinées afin de se conformer aux tolérances de diamètre extérieur des tubes correspondants.

Les coupes sur site des tubes et des pièces usinées doivent être protégés au moyen d'une couche de résine polyester.

### 2.7.2. Contrôles internes

Les contrôles portent notamment sur :

- Les matières premières et produits achetés,
- Les paramètres de production,
- Les produits finis

Les contrôles effectués par FUTURE PIPE sont définis dans le cadre d'un plan d'assurance qualité déposé au CSTB.

### 2.7.3. Contrôles externes

#### 2.7.3.1. Management de la qualité

La fabrication des tubes et accessoires Fiberstrong® est réalisée dans le cadre de plans d'assurance qualité certifiés EN ISO 9001 (Version 2015).

#### 2.7.3.2. Certification produit

Les tubes et raccords Fiberstrong® font l'objet d'une certification matérialisée par la marque QB qui atteste, pour chaque site de fabrication, la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne.

La marque QB certifie les caractéristiques suivantes :

- caractéristiques dimensionnelles,
- rigidité annulaire spécifique initiale, résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement
- rupture initiale et pression intérieure de courte durée,
- étanchéité.

Les contrôles internes réalisés en usine ainsi que le système qualité de chaque usine titulaire d'un certificat sont validés périodiquement par le CSTB conformément au référentiel de certification QB.

Dans le cadre de la Certification QB, le CSTB visite périodiquement les sites de fabrication pour :

- examen du système qualité mis en place,
- examen des résultats du contrôle interne,
- prélever et réaliser les essais suivants au laboratoire de la marque (sur un DN) :
  - caractéristiques dimensionnelles,
  - la rigidité annulaire spécifique initiale et résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement.
- prélever et réaliser les essais suivants au laboratoire de l'usine (sur un DN (tube et raccord)) :
  - caractéristiques matières,
  - caractéristiques dimensionnelles,
  - rigidité annulaire spécifique initiale et résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement,
  - étanchéité,
  - rupture initiale et pression interne de courte durée.

## 2.8. Mention des justificatifs

### 2.8.1. Résultats Expérimentaux

Pour assurer leur conformité à l'ensemble des normes applicables de nombreux essais ont été réalisés sur des tubes Fiberstrong© tant dans les laboratoires Fiberstrong© que dans des laboratoires extérieurs, incluant :

- Pression de rupture à long terme (PED/FS/HDB/400/PCN2/REP/1 – oct. 2014)
- Rigidité annulaire à long terme (FPI/CT/ADSSC/FRT/2009/1 – juin 2011)
- Rigidité annulaire et résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement

Le CSTB a procédé aux essais suivants dans le cadre de l'instruction puis la révision de l'Avis Technique :

- Etanchéité,
- Contrôle dimensionnel,
- Rigidité annulaire et résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement

Ces essais ont fait l'objet du rapport CAPE AT 16-263 et CAPE 19-10535.

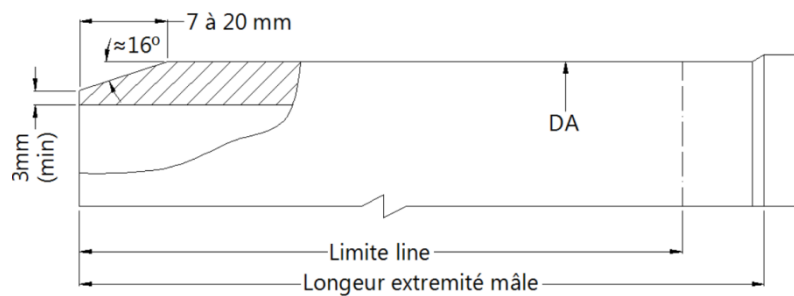
Il a par ailleurs inspecté un essai de rigidité annulaire à long terme en condition mouillée.

Ces essais ont fait l'objet du rapport CAPE 20-11160.

### 2.8.2. Références chantiers

Les produits en PRV Fiberstrong© sont fabriqués depuis 1998. Plus de 70 km ont été posés en Europe. Une liste de 23 références est déposée au CSTB.

## 2.9. Annexe du Dossier Technique



**Figure 1 – Extrémités des tubes Fiberstrong©**

DN/OD	OD mini	OD maxi	L	Epaisseur minimale [mm] et masse minimale [kg/m] en SN 5000											
	mm	mm	about	PN1		PN3		PN6		PN10		PN12		PN16	
			mm		Masse		Masse		Masse		Masse		Masse		Masse
200	210,5	211	110	5,6	6,5	5,6	6,5	5,6	6,5	-	-	-	-	-	-
250	262	262,5	110	6,3	9,2	6,3	9,2	6,3	9,2	-	-	-	-	-	-
300	313,5	314,5	110	4,96	9,2	4,96	9,2	4,96	9,2	4,91	9	4,82	8,8	4,71	8,5
350	365,5	366,5	150	5,76	12,6	5,76	12,6	5,76	12,6	5,61	12,2	5,48	11,8	5,34	11,4
400	412	413	150	6,5	16,1	6,5	16,1	6,5	16,1	6,22	15,3	6,07	14,9	5,9	14,3
450	463	464	150	7,32	20,6	7,27	20,4	7,32	20,6	6,9	19,2	6,72	18,6	6,54	18
500	514	515	150	8,01	25,1	8,01	25,1	8,01	25,1	7,57	23,6	7,37	22,8	7,13	21,9
600	616	617	180	9,48	35,9	9,48	35,9	9,48	35,9	8,94	33,7	8,65	32,4	8,36	31
700	718	719	180	10,81	48	10,81	48	10,81	48	10,27	45,4	9,94	43,6	9,58	41,7
800	820	821	180	12,28	62,6	12,28	62,6	12,28	62,6	11,62	58,8	11,24	56,6	10,84	54,1
900	922	923	180	13,61	78,2	13,61	78,2	13,61	78,2	12,97	74,1	12,57	71,5	12,03	67,8
1000	1024	1025	180	14,97	95,8	14,97	95,8	14,97	95,8	14,33	91,2	13,81	87,5	13,25	83,2
1100	1126	1127	180	16,51	116,5	16,51	116,5	16,51	116,5	15,65	109,9	15,08	105,4	14,46	100,1
1200	1228	1229	180	17,69	136,3	17,69	136,3	17,69	136,3	17,01	130,5	16,42	125,4	15,67	118,5
1300	1330	1331	180	19,08	159,5	19,08	159,5	19,08	159,5	18,34	152,7	17,67	146,4	16,98	139,4
1400	1432	1433	180	20,68	186,5	20,68	186,5	20,68	186,5	19,67	176,5	18,95	169,3	18,16	160,8
1500	1534	1535	180	21,86	211,3	21,86	211,3	21,86	211,3	21,04	202,6	20,22	193,8	19,36	183,9
1600	1636	1637	180	23,36	241,1	23,36	241,1	23,36	241,1	22,37	230	21,5	220	20,58	208,7
1700	1738	1739	180	24,68	270,8	24,68	270,8	24,68	270,8	23,7	259,1	22,77	247,8	21,79	235
1800	1840	1841	180	26,07	303,1	26,07	303,1	26,07	303,1	25,03	290	24,12	278,2	23,01	262,9
1900	1942	1943	180	27,46	337,3	27,46	337,3	27,46	337,3	26,36	322,6	25,38	309,2	24,22	292,4
2000	2044	2045	180	29,02	375,6	29,02	375,6	29,02	375,6	27,75	357,7	26,66	342,1	25,44	323,5
2100	2146	2147	180	30,38	413	30,38	413	30,38	413	29,08	393,9	27,94	376,6	26,65	356,1
2200	2248	2249	180	31,63	450,6	31,63	450,6	31,63	450,6	30,42	431,8	29,21	412,8	27,87	390,2
2300	2350	2351	180	33,12	493,6	33,12	493,6	33,12	493,6	31,75	471,4	30,49	450,7	29,08	425,9
2400	2452	2453	180	34,31	533,5	34,31	533,5	34,31	533,5	33,08	512,8	31,77	490,2	30,29	463,2
2500	2554	2555	180	35,69	578,4	35,69	578,4	35,69	578,4	-	-	-	-	-	-
2600	2656	2657	200	37,02	624	37,02	624	37,02	624	-	-	-	-	-	-
2700	2758	2759	200	38,4	672,4	38,4	672,4	38,4	672,4	-	-	-	-	-	-
2800	2860	2861	200	40,03	727,5	40,03	727,5	40,03	727,5	-	-	-	-	-	-
2900	2962	2963	200	41,49	781,2	41,49	781,2	41,49	781,2	-	-	-	-	-	-
3000	3064	3065	200	42,95	836,8	42,95	836,8	42,95	836,8	-	-	-	-	-	-

**Tableau 2 - Caractéristiques dimensionnelles des tubes Fiberstrong® SN 5000**



DN/OD	OD mini	OD maxi	L	Epaisseur minimale [mm] et masse minimale [kg/m] en SN 10000											
	mm	mm	about												
			mm (emboiture max)	PN1	Masse	PN3	Masse	PN6	Masse	PN10	Masse	PN12	Masse	PN16	Masse
200	210,5	211	110	5,6	6,5	5,6	6,5	5,6	6,5	-	-	-	-	-	-
250	262	262,5	110	6,3	9,2	6,3	9,2	6,3	9,2	-	-	-	-	-	-
300	313,5	314,5	110	6,2	11,6	6,2	11,6	6,2	11,6	-	-	-	-	-	-
350	365,5	366,5	150	7,25	16	7,2	15,9	7,25	16	-	-	-	-	-	-
400	412	413	150	8,06	20,2	8,06	20,2	8,06	20,2	8,01	20,1	7,72	19,3	7,42	18,4
450	463	464	150	9,01	25,5	9,01	25,5	9,01	25,5	8,91	25,2	8,58	24,2	8,25	23,1
500	514	515	150	9,79	30,9	9,79	30,9	9,79	30,9	9,79	30,9	9,45	29,7	9,02	28,1
600	616	617	180	11,62	44,2	11,62	44,2	11,62	44,2	11,62	44,2	11,2	42,5	10,63	40
700	718	719	180	13,45	60	13,45	60	13,45	60	13,45	60	12,92	57,4	12,28	54,2
800	820	821	180	15,03	76,7	15,03	76,7	15,03	76,7	15,03	76,7	14,65	74,6	13,85	70,1
900	922	923	180	16,78	96,6	16,78	96,6	16,78	96,6	16,78	96,6	16,38	94,1	15,45	88,1
1000	1024	1025	180	18,53	118,8	18,53	118,8	18,53	118,8	18,53	118,8	18,08	115,6	17,08	108,5
1100	1126	1127	180	20,31	143,4	20,31	143,4	20,31	143,4	20,31	143,4	19,78	139,4	18,68	130,7
1200	1228	1229	180	22,13	170,7	22,13	170,7	22,13	170,7	22,13	170,7	21,57	166,1	20,28	155
1300	1330	1331	180	23,65	197,7	23,65	197,7	23,65	197,7	23,65	197,7	23,19	193,6	21,88	181,4
1400	1432	1433	180	25,42	229,1	25,42	229,1	25,42	229,1	25,42	229,1	24,94	224,4	23,48	209,8
1500	1534	1535	180	27,21	263	27,21	263	27,21	263	27,21	263	26,69	257,5	25,15	241,1
1600	1636	1637	180	28,95	298,7	28,95	298,7	28,95	298,7	28,95	298,7	28,39	292,5	26,73	273,6
1700	1738	1739	180	30,6	335,6	30,6	335,6	30,6	335,6	30,6	335,6	30,1	329,7	28,34	308,3
1800	1840	1841	180	32,58	378,8	32,58	378,8	32,58	378,8	32,58	378,8	31,75	368,4	29,94	345,1
1900	1942	1943	180	34,13	418,8	34,13	418,8	34,13	418,8	34,13	418,8	33,57	411,5	31,54	384
2000	2044	2045	180	36,14	467,3	36,14	467,3	36,14	467,3	36,14	467,3	35,28	455,4	33,14	424,9
2100	2146	2147	180	37,89	514,7	37,89	514,7	37,89	514,7	37,89	514,7	37,06	502,5	34,74	467,9
2200	2248	2249	180	39,53	562,5	39,53	562,5	39,53	562,5	39,53	562,5	38,77	551	36,34	513
2300	2350	2351	180	41,28	614,3	41,28	614,3	41,28	614,3	41,28	614,3	40,41	600,6	37,94	560,1
2400	2452	2453	180	43,09	669,5	43,09	669,5	43,09	669,5	43,09	669,5	42,12	653,4	39,53	609,3
2500	2554	2555	180	44,49	719,9	44,49	719,9	44,49	719,9	-	-	-	-	-	-
2600	2656	2657	200	46,3	779,5	46,3	779,5	46,3	779,5	-	-	-	-	-	-
2700	2758	2759	200	48,12	841,5	48,12	841,5	48,12	841,5	-	-	-	-	-	-
2800	2860	2861	200	49,86	904,4	49,86	904,4	49,86	904,4	-	-	-	-	-	-
2900	2962	2963	200	51,44	966,4	51,44	966,4	51,44	966,4	-	-	-	-	-	-
3000	3064	3065	200	53,59	1042,3	53,59	1042,3	53,59	1042,3	-	-	-	-	-	-

Tableau 3 - Caractéristiques dimensionnelles des tubes Fiberstrong® SN 10000

DN/OD	OD mini	OD maxi	L	Epaisseur minimale [mm] et masse minimale [kg/m] en SN 12500											
	mm	mm	about	PN1	Masse	PN3	Masse	PN6	Masse	PN10	Masse	PN12	Masse	PN16	Masse
			mm (emboiture max)												
200	210,5	211	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	262	262,5	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	313,5	314,5	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
350	365,5	366,5	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	412	413	150	8,38	21	8,34	20,9	8,55	21,5	8,55	21,5	8,34	20,9	7,97	19,8
450	463	464	150	9,39	26,6	9,3	26,3	9,53	27	9,53	27	9,3	26,3	8,86	24,9
500	514	515	150	10,43	32,9	10,33	32,6	10,56	33,4	10,56	33,4	10,24	32,3	9,74	30,5
600	616	617	180	12,48	47,6	12,38	47,2	12,48	47,6	12,48	47,6	12,09	46	11,51	43,5
700	718	719	180	14,28	63,7	14,28	63,7	14,28	63,7	14,28	63,7	14	62,4	13,28	58,7
800	820	821	180	16,16	82,6	16,16	82,6	16,16	82,6	16,16	82,6	15,91	81,2	15,02	76,2
900	922	923	180	18,01	103,7	18,01	103,7	18,01	103,7	18,01	103,7	17,82	102,6	16,8	96,1
1000	1024	1025	180	19,95	127,9	19,95	127,9	19,95	127,9	19,95	127,9	19,72	126,3	18,55	118,1
1100	1126	1127	180	21,66	152,8	21,66	152,8	21,66	152,8	21,66	152,8	21,59	152,3	20,29	142,3
1200	1228	1229	180	23,49	181,1	23,49	181,1	23,49	181,1	23,49	181,1	23,49	181,1	22,09	169,3
1300	1330	1331	180	25,4	212,4	25,4	212,4	25,4	212,4	25,4	212,4	25,21	210,6	23,83	198
1400	1432	1433	180	27,44	247,4	27,44	247,4	27,44	247,4	27,44	247,4	27,28	245,8	25,58	229,1
1500	1534	1535	180	29,28	283	29,28	283	29,28	283	29,28	283	29,01	280,2	27,33	262,5
1600	1636	1637	180	31,39	324	31,39	324	31,39	324	31,39	324	31,02	319,9	29,08	298,1
1700	1738	1739	180	33,19	364,1	33,19	364,1	33,19	364,1	33,19	364,1	32,69	358,2	30,83	335,9
1800	1840	1841	180	34,82	404,5	34,82	404,5	34,82	404,5	34,82	404,5	34,82	404,5	32,57	376,1
1900	1942	1943	180	36,86	452,3	36,86	452,3	36,86	452,3	36,86	452,3	36,7	450,1	34,43	420
2000	2044	2045	180	38,63	499	38,63	499	38,63	499	38,63	499	38,57	498,2	36,16	464,4
2100	2146	2147	180	40,57	550,6	40,57	550,6	40,57	550,6	40,57	550,6	40,44	548,8	37,9	511,3
2200	2248	2249	180	42,58	605,7	42,58	605,7	42,58	605,7	42,58	605,7	42,32	601,8	39,65	560,6
2300	2350	2351	180	44,72	665,6	44,72	665,6	44,72	665,6	44,72	665,6	43,84	651,6	41,4	612,1
2400	2452	2453	180	46,14	716,2	46,14	716,2	46,14	716,2	46,14	716,2	45,78	710,2	43,15	666
2500	2554	2555	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	2656	2657	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2700	2758	2759	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	2860	2861	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2900	2962	2963	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	3064	3065	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4 - Caractéristiques dimensionnelles des tubes Fiberstrong® SN 12500

DN/OD	SN 5000	SN 10000	SN 12500
200	199,5	199,5	
250	249,5	249,5	
300	302,77	300,3	
350	353,18	350,19	
400	398,2	395,08	394,45
450	447,56	444,18	443,41
500	497,19	493,61	492,34
600	596,24	591,95	590,17
700	695,58	690,17	688,43
800	794,58	788,89	786,54
900	893,83	887,26	884,73
1000	993,01	985,64	982,7
1100	1091,83	1083,95	1081,17
1200	1191,38	1182,19	1179,37
1300	1290,5	1281,05	1277,41
1400	1389,19	1379,37	1375,2
1500	1488,74	1477,68	1473,39
1600	1587,65	1576,07	1571,02
1700	1686,91	1674,66	1669,29
1800	1786,03	1772,55	1767,96
1900	1885,15	1871,36	1865,87
2000	1983,92	1969,32	1964,34
2100	2083,12	2067,81	2062,46
2200	2182,52	2166,54	2160,45
2300	2281,43	2265,05	2258,15
2400	2380,98	2363,42	2357,32
2500	2480,21	2462,62	
2600	2579,56	2561	
2700	2678,79	2659,37	
2800	2777,53	2757,89	
2900	2876,62	2856,73	
3000	2975,7	2954,43	

Tableau 5 – Diamètres intérieurs déclarés (mm)

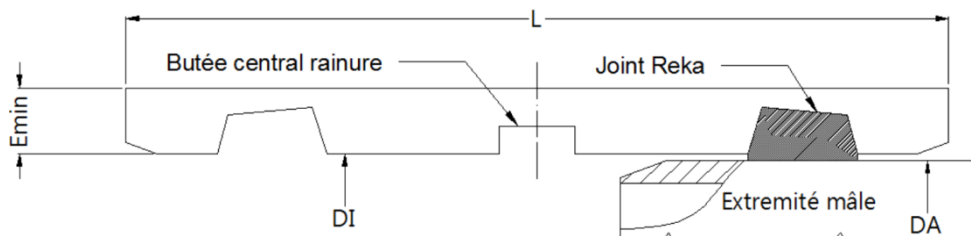
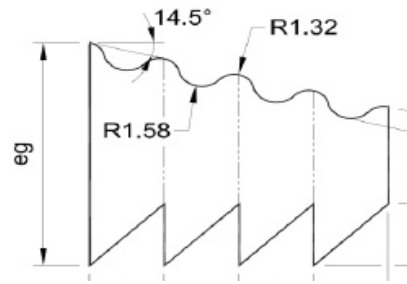
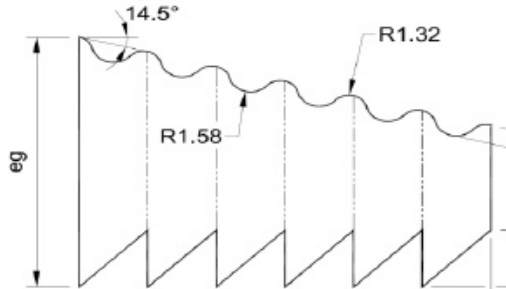


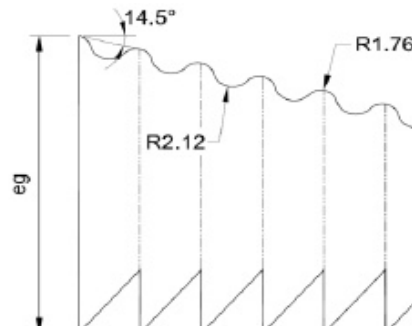
Figure 2 - Manchons DBC



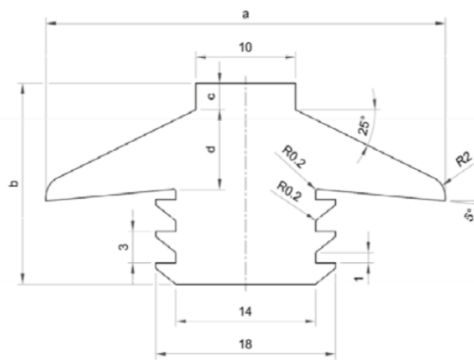
**Figure 3 - Joints d'étanchéité Type I et II**



**Figure 4 - Joints d'étanchéité Type III**



**Figure 5 - Joints d'étanchéité Type IV**



**Figure 6 - butée centrale**

DN	Di mm	L	Epaisseur minimale (mm)					
	+0,5mm	mm	PN1	PN3	PN6	PN10	PN12	PN16
	-0,5mm	PN1 à PN16						
200	213	176	16,3	16,3	16,3	-	-	-
250	264,5	176	16,3	16,3	16,3	-	-	-
300	316,5	176	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,97
350	368,5	270	16,3	16,3	16,3	16,3	16,62	17,37
400	415	270	16,3	16,3	16,3	16,43	16,89	17,73
450	466	270	16,3	16,3	16,3	16,7	17,19	18,13
500	517	270	16,3	16,3	16,3	16,95	17,48	18,53
600	619	330	19,3	19,3	19,3	20,45	21,09	22,34
700	721	330	19,45	19,45	19,45	20,94	21,68	23,13
800	823	330	19,74	19,74	19,74	21,43	22,27	23,92
900	925	330	20,03	20,03	20,03	21,92	22,86	24,71
1000	1027	330	20,32	20,32	20,32	22,41	23,45	25,5
1100	1129	330	20,66	20,66	20,66	23,01	24,19	26,49
1200	1231	330	20,95	20,95	20,95	23,51	24,79	27,29
1300	1333	330	21,24	21,24	21,24	24,01	25,4	28,1
1400	1435	330	21,59	21,59	21,59	24,66	26,19	29,17
1500	1537	330	21,89	21,89	21,89	25,16	26,81	29,99
1600	1639	330	22,18	22,18	22,18	25,67	27,42	30,81
1700	1741	330	22,6	22,6	22,6	26,47	28,42	32,16
1800	1843	330	22,9	22,9	22,9	26,99	29,06	33,01
1900	1945	330	23,2	23,2	23,2	27,52	29,7	33,87
2000	2047	330	23,5	23,5	23,5	28,04	30,33	34,72
2100	2149	330	23,81	23,81	23,81	28,57	30,97	35,58
2200	2251	330	24,11	24,11	24,11	29,09	31,61	36,44
2300	2353	330	24,71	24,71	24,71	29,62	32,25	37,29
2400	2455	330	25,73	25,73	25,73	30,14	32,88	38,15
2500	2557	330	26,74	26,74	26,74	-	-	-
2600	2660	370	37,57	37,57	37,57	-	-	-
2700	2762	370	37,86	37,86	37,86	-	-	-
2800	2864	370	38,33	38,33	38,33	-	-	-
2900	2966	370	38,63	38,63	38,63	-	-	-
3000	3068	370	38,93	38,93	38,93	-	-	-

**Tableau 6 - Caractéristiques dimensionnelles des manchons DBC**

DN	Type	Lg mm +0,5mm -0,5 mm	eg mm +0,4 mm -0,4 mm	i
200-250	I	20	17	5
300-500	II	20	18	5
600-2500	III	30	22	5
2600-3000	IV	40	37.5	6.67

**Tableau 7- Caractéristiques dimensionnelles des différents types de joint pour manchons DBC**

Type	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)
<b>I</b>	30 ± 2	16,5 ± 1,6	2,5 ± 0,5	5 ± 0,8
<b>II</b>	40 ± 2	19 ± 1,6	2,5 ± 0,5	7,5 ± 1
<b>III</b>	40 ± 2	21,5 ± 1,6	5 ± 0,8	7,5 ± 1
<b>IV</b>	40 ± 2	26,5 ± 2	10 ± 1,3	7,5 ± 1

**Tableau 8 - Caractéristiques dimensionnelles minimales de la butée centrale des manchons DBC**