

Sur le procédé

FLOWTITE FPS

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

Titulaire(s) : **Société AMIBLU TECHNOLOGY SA**

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
V2	Cette version annule et remplace la version n°1 de l'ATec. Il s'agit d'une révision de jurisprudence de l'ATec avec le retrait du domaine d'emploi gravitaire passé dans le domaine traditionnel.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES
V1	Il s'agit d'un premier Avis Technique.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES

Descripteur :

Les tubes d'assainissement FLOWTITE FPS sont fabriqués en polyester renforcé de fibres de verre (PRV), et assemblé par manchons.

Les canalisations FLOWTITE FPS, sont destinées à transporter 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.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité	4
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	4
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	5
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	6
2.	Dossier Technique	7
2.1.	Mode de commercialisation.....	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Identification.....	7
2.1.3.	Mode de commercialisation.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants	8
2.2.3.	Caractéristiques du produit.....	8
2.3.	Dispositions de conception.....	13
2.3.1.	Dimensionnement mécanique.....	13
2.3.2.	Dimensionnement hydraulique	14
2.4.	Conditionnement, manutention et stockage.....	14
2.4.1.	Conditionnement.....	14
2.4.2.	Transport et stockage	14
2.5.	Dispositions de mise en œuvre.....	14
2.5.1.	Assemblage par manchons	14
2.5.2.	Assemblage par bride	15
2.5.3.	Autres méthodes d'assemblage	15
2.5.4.	Pose en tranchée	15
2.5.5.	Réalisation des branchements sur conduites	15
2.5.6.	Assemblage sur ouvrage de génie civil.....	15
2.6.	Maintien en service du produit	16
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	17
2.7.1.	Mode de fabrication.....	17
2.7.2.	Contrôles internes.....	17
2.7.3.	Contrôles externes	17
2.8.	Mention des justificatifs	18
2.8.1.	Résultats expérimentaux	18
2.8.2.	Références chantiers	18
2.9.	Annexe du Dossier Technique	19

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 FLOWTITE FPS, sont destinées à transporter sous pression des eaux usées domestiques ou des eaux pluviales.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. 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.

1.2.1.2. Aptitude à l'emploi

Les tubes et accessoires FPS sont conformes aux exigences minimales telles que définies dans la norme NF EN ISO 23856. Les tubes DN 1100, 1300, 1500, 1700, 1900, 2100, 2300 sont considérés la par la norme NF EN ISO 23856 comme étant de dimensions non préférentielles.

Les caractéristiques mécaniques et dimensionnelles indiquées dans le §2.2.3 du Dossier Technique permettent de concevoir et réaliser des réseaux aux performances hydrauliques et mécaniques équivalentes à celles des réseaux traditionnels réalisés en d'autres matériaux.

La série B2 permet d'assurer la compatibilité dimensionnelle avec des accessoires spécifiques en fonte à assemblage flexible automatique. La compatibilité mécanique de ces raccords doit faire l'objet d'essais de type.

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.

1.2.2. Durabilité

Le matériau constitutif des tubes FLOWTITE-FPS (PRV ou composite résine polyester - fibres de verre) est adapté aux conditions d'utilisation habituellement rencontrées dans les réseaux d'assainissement ainsi que le montrent les observations réalisées sur des chantiers dont les plus anciens remontent à plus de 35 ans.

La durabilité des canalisations FLOWTITE FPS 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 FLOWTITE FPS ainsi que leurs conditions de fabrication permettent d'en assurer les performances.

Les nombreux essais de laboratoire réalisés sur les produits, tant chez le demandeur (avec ou sans contrôle extérieur) qu'au CSTB, ont confirmé ces appréciations.

Les canalisations FLOWTITE FPS 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.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits FLOWTITE FPS 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.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

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.

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	SN 5000		SN 10000	
	FPS	FPS	FPS	FPS
	PN6	PN10	PN6	PN10
150	-	-	X	X
200	-	-	X	X
250	-	-	X	X
300	X	X	X	X
350	X	X	X	X
400	X	X	X	X
450	X	X	X	X
500	X	X	X	X
600	X	X	X	X
700	X	X	X	X
800	X	X	X	X
900	X	X	X	X
1000	X	X	X	X
1100	X	X	X	X
1200	X	X	X	X
1300	X	X	X	X
1400	X	X	X	X
1500	X	X	X	X
1600	X	X	X	X
1700	X	-	X	-
1800	X	-	X	-
1900	X	-	X	-
2000	X	-	X	-
2100	X	-	X	-
2200	X	-	X	-
2300	X	-	X	-
2400	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) : Société AMIBLU Technology AS
 østre Kullerød 3
 N – 3241 Sandefjord
 Tél. : 01 34 35 66 10
 Email : amiblu.france@amiblu.com
 Internet : www.amiblu.com

Usine(s) : Camarles (ES), Döbeln (DE)

2.1.2. Identification

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

- le logo FLOWTITE suivi de « FPS »,
- la matière UP-GF,
- l'identification des composants,
- le diamètre nominal et la série (B1 ou B2),
- la rigidité nominale SN,
- La pression nominale PN ,
- 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 portent la mention supplémentaire "ADJUSTMENT PIPE " ou un pictogramme spécifique :



2.1.3. Mode de commercialisation

Les canalisations FLOWTITE FPS sont commercialisées par AMIBLU.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les tubes en PRV FLOWTITE FPS sont à base de résine polyester UP de DN 150 à DN 2400.

Ils répondent aux principales caractéristiques suivantes :

- 2 séries de diamètres nominaux au sens de la norme NF EN ISO 23856 :
 - série B1 (DN 600 à 2400) adaptée aux diamètres extérieurs des tubes en PRV,
 - série B2 (DN/OD 150 à 500) correspondant aux diamètres extérieurs des produits en fonte.
- Les classes de pression standard sont les suivantes :

Pression Nominale	6	10
Pression de Fonctionnement Admissible (PFA en bars)	6	10
Pression Maximale Admissible (PMA en bars)	8,4	14
Pression d'Épreuve Admissible sur chantier (PEA en bars)	9	15

- Les classes de rigidité annulaire spécifique (SN) des tubes FLOWTITE FPS sont SN 5000 ou SN 10000.
- Longueurs de livraison : 3 ou 6 ou 12 m (Les tubes FLOWTITE FPS 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 pièces de raccords : branchements, coudes, culottes, cônes, selles de branchements fonction du domaine d'emploi.

Les tubes et pièces de raccordement en PRV FLOWTITE FPS sont assemblés au moyen de manchons en PRV à double joint élastomères à lèvres permettant d'obtenir une liaison flexible.

Le référentiel de base qui s'applique aux tubes et pièces de raccordement FLOWTITE FPS est la norme NF EN ISO 23856 : Systèmes de canalisations en matières plastiques pour l'alimentation en eau, les branchements et les collecteurs d'assainissement avec ou sans pression - Systèmes en plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) à base de résine de polyester non saturé (UP).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Résine

Résine polyester UP insaturée de groupe 1 ou 2 minimum selon le tableau 2 de la norme NF EN 13121-1 polymérisée à chaud.

2.2.2.2. Renforcement

Renforcement de verre de type E et ECR continu et coupé selon la norme NF EN ISO 23856 et NF EN ISO 2078.

Le renforcement des couches interne et externe est à base d'un voile de verre ou synthétique.

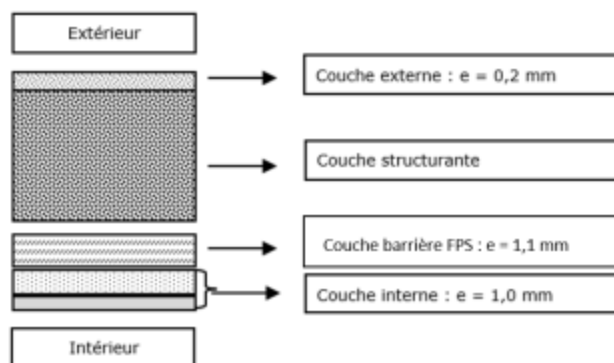
2.2.2.3. Charges

Charges de sable à au moins 95% en poids de silice, et dont la granulométrie des particules est inférieure à 1,0 mm 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 première couche de 0,3 mm de résine pure, renforcée d'un voile de verre de type ECR ou synthétique et d'une deuxième couche de 0,7 mm chargée de sable de granulométrie maximum 1,0 mm. Cette charge permet d'accroître la résistance à l'abrasion et au curage.
- Couche barrière constituée de résine renforcée de fibres de verre coupées de type ECR et d'épaisseur 1,1 mm suivant le domaine d'emploi.
- Couche structurante 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 ECR.
- Couche externe riche en résine, renforcée d'un voile de verre de type E.

Seule la couche structurante voit son épaisseur varier en fonction du diamètre et de la rigidité. Les autres couches ont une épaisseur constante telle que notée sur le schéma ci-dessus.

2.2.3.2. Aspect, état de finition

Tube lisse de couleur gris jaune. 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 FLOWTITE FPS figurent tableaux 2 et 3 en annexe.

Il existe des tubes dits "de coupe" qui sont identifiés spécifiquement. Ces tubes sont les seuls habilités à être tronçonnés sur chantier sans calibrage in situ. Ils ne nécessitent pas de calibrage pour leur raccordement à l'aide des manchons FLOWTITE mais simplement d'une coupe et d'un chanfrein.

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 FLOWTITE

Les tubes FLOWTITE FPS sont exclusivement munis de manchons FPC.

Les caractéristiques dimensionnelles et poids des manchons FLOWTITE FPC figurent en annexe (Voir tableaux 4 et figures 2.

2.2.3.3.2.1. Joints REKA des manchons FLOWTITE FPC

Les joints des manchons FPC sont fabriqués en EPDM ou NBR, conformes à l'EN 681-1 de type WC de dureté 55 DIDC +/- 5 (classe 50 DIDC +/- 5 ou 60 DIDC +/- 5).

Les joints utilisés sont de 4 types :

- DN < 300

Dimensions basées sur l'ISO 3302-1 Séries B2 (DN 150 à 250) correspondant à la série R2.

DN	JOINT TYPE	D _{int} mm
150	V	168,0 +/- 1,0
200	IV	216,0 +/- 1,2
250	IV	269,0 +/- 1,5

Dint = Diamètre intérieur du joint

- DN ≥ 300

Dimensions basées sur l'ISO 3302-1 Séries B2 (DN 300 - 500), séries B1 (DN 600 - 2400).

DN	JOINT TYPE	D _{int} mm
300	I	325,0 +/- 1,8
350	I	378,0 +/- 2,1
400	I	430,0 +/- 2,3
450	I	483,0 +/- 2,6
500	I	536,0 +/- 2,9
600	II	631,0 +/- 3,2
700	II	737,0 +/- 3,2
800	II	844,0 +/- 4,0
900	II	950,0 +/- 4,0
1000	II	1056,0 +/- 4,0
1100	II	1162,0 +/- 4,0
1200	II	1269,0 +/- 4,2
1300	II	1375,0 +/- 4,5
1400	II	1481,0 +/- 4,9
1500	II	1587,0 +/- 5,2
1600	II	1694,0 +/- 5,6
1700	II	1800,0 +/- 5,9
1800	II	1906,0 +/- 6,2
1900	II	2012,0 +/- 6,6
2000	II	2119,0 +/- 6,9
2100	II	2225,0 +/- 7,3
2200	II	2331,0 +/- 7,6
2300	II	2337,0 +/- 7,9
2400	II	2544,0 +/- 8,3

Dint = Diamètre intérieur du joint

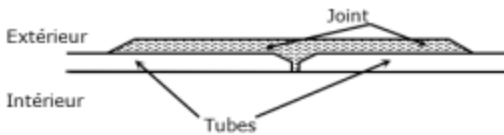
La butée continue est insérée dans la gorge médiane du manchon.

2.2.3.3.3. Caractéristiques d'autres types d'assemblages

2.2.3.3.3.1. FLOWTITE FPS

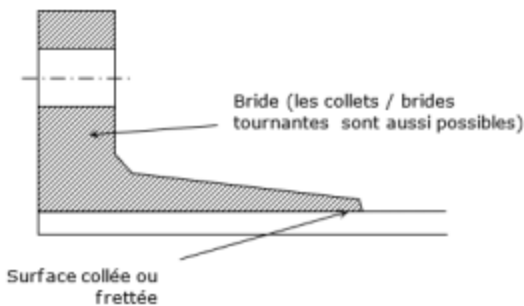
Il est possible d'utiliser d'autres systèmes d'assemblage avec les tubes FLOWTITE FPS :

- Manchon mécanique type STRAUB ou ARPOL
- Raccordement par frettage



Les raccords par frettage doivent être réalisés par du personnel qualifié par AMIBLU.

- Raccordements par brides



Après accord d'AMIBLU d'autres natures de matériaux peuvent être raccordé au tube FLOWTITE FPS à condition que leur diamètre extérieur soit proche du diamètre extérieur du tube FLOWTITE FPS.

2.2.3.3.4. Caractéristiques dimensionnelles des pièces de raccordement

2.2.3.3.4.1. FLOWTITE FPS

Les pièces de raccordement, fournies et fabriquées par AMIBLU, sont les suivantes :

- Coudes,
- Tés,
- Réductions concentriques et excentriques,
- Collets à bride.

Les pièces de raccordement sont conformes au § 6 de la norme NF EN ISO 23856.

Les collets à bride peuvent être équipés en usine d'un manchon, ce qui en fait des « BE ».

Les coudes, tés et réductions peuvent être équipés de manchons en usine.

Les tubes comme les pièces de raccordement peuvent, dans certains cas particuliers, être équipés de brides.

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 minimales à long terme fonction des classes de rigidité. Les valeurs sont les suivantes :

SN	S ₅₀ (N/m ²)
5 000	3 000
10 000	6 000

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 fissuration visible.
 B. Deuxième ovalisation : pas de détérioration structurelle.

Les niveaux d'ovalisation, en % du diamètre moyen, imposés par la norme NF EN ISO 23856 pour les étapes A et B sont les suivants :

SN	5000	10000
Etape A	11,3	9
Etape B	18,9	15

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 conformément à la norme NF EN ISO 23856.

SN	5000	10000
Etape C	11,3	9

La limite 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 ISO 23856.

2.2.3.4.6. Traction circonférentielle

La résistance en traction circonférentielle des tubes FPS est déterminée selon la norme ISO 8521. 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 FLOWTITE FPS à la pression interne est réalisée selon la norme ISO 7509.

Le rapport de la pression de rupture à long terme sur la pression nominale doit être au minimum de :

PN	SN 5000	SN 10000
6 et 10	2,5	3,3

2.2.3.4.8. Résistance chimique

Elle est déterminée par un essai de corrosion sous contrainte selon ASTM D-3681 (essai analogue à celui décrit dans la norme NF EN 1120). L'allongement à rupture extrapolé à 50 ans sur des éprouvettes contenant 5% (en masse) d'acide sulfurique est de 0,66 %.

2.2.3.5. Etanchéité à l'eau

Les tubes FLOWTITE FPS sont étanches dans les conditions de la norme NF EN ISO 23856 §7 et testés conformément à la norme ISO 8639 avec les déviations angulaires suivantes.

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

Le retrait D appliqué est conforme au § 7.2.2 de la norme NF EN ISO 23856.

Les manchons et tubes FLOWTITE FPS sont testés à 2 fois la pression nominale selon la fréquence du test de pression telle que définie dans les plans de qualité.

Le tube ou le manchon est installé dans une station d'essai, entre deux têtes de pression. Après remplissage à l'eau, la pression est portée à deux fois la pression nominale cette valeur est maintenue pendant 2 minutes. Le tube ne doit présenter aucun perlage.

2.2.3.6. Résistance à l'abrasion

Les canalisations FLOWTITE ont fait l'objet d'essai d'abrasion réalisé selon la norme DIN 19565 (essai de Darmstadt). La diminution moyenne d'épaisseur observée après 200 000 glissements est de 0,35 mm.

2.2.3.7. Résistance au curage

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

2.2.3.8. Coefficient de dilatation

Dans le sens axial, il est inférieur à $26.10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

2.2.3.9. Température

Les résines utilisées pour les couches structurales ont une température de distorsion à la chaleur (Heat Distortion Temperature) d'au moins 70°C selon la norme NF EN ISO 75-2 méthode A.

Nota : les canalisations FLOWTITE FPS 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 FLOWTITE FPS

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

Le dimensionnement mécanique des tubes FLOWTITE FPS en enterré (tuyaux flexibles) est réalisé en deux étapes :

2.3.1.1.1. Etape 1 : Tube vide

Les prescriptions du fascicule 70-1 avec les spécificités suivantes.

Défaut de forme initial

1% d'ovalisation forfaitaire c'est-à-dire $e_0 = 0,005 \text{ DN}$

Coefficient de Poisson

Le coefficient de Poisson du matériau ν_t est 0,22.

Etat limite ultime

La vérification vis à vis du risque de 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 :

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

ε_{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^2).

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 ε_r est défini par :

$$\varepsilon_r = \frac{4,28 \times e}{D_m} \times \frac{OV}{(1 + 0,005 \times OV)^2}$$

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)

D_m : Diamètre moyen du tube (mm)

ε_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 $\varepsilon_r = \varepsilon_{CT}$) et à Long Terme (avec $\varepsilon_r = \varepsilon_{LT}$) avec : $\gamma_m = 1,2$ pour les canalisations non visitables et 1,32 pour les canalisations visitables.

Dans le cas où les canalisations FLOWTITE FPS véhiculent des effluents acides, la vérification du comportement mécanique aux états limites ultimes devra prendre en compte la valeur maximum en allongement toléré de 0,66% affectée d'un coefficient de 1,2 pour les réseaux non visitables et de 1,32 pour les réseaux visitables.

Etat limite de service

En condition de service, les déflexions calculées ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes à court et long terme :

DN < 300 :

- Déflexion verticale relative calculée à court terme : $\leq 2\%$
- Déflexion verticale relative calculée à long terme : $\leq 4\%$

DN \geq 300 :

- Déflexion verticale relative calculée à court terme : $\leq 3\%$
- Déflexion verticale relative calculée à long terme : $\leq 5\%$

sont appliquées.

2.3.1.1.2. Etape 2 : Tube sous pression

Calcul du tube soumis aux effets combinés de la pression intérieure Pmax (pression maximale de service) et des charges de terres et d'exploitation. Cette approche est faite selon le principe du 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

La conception hydraulique des réseaux sous pression constitués de tubes FLOWTITE FPS 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 FLOWTITE FPS sont prémachonnés ou non en usine et sont livrés prêts à l'emploi. En fonction du DN et du type de transport, les tubes sont livrés à l'unité ou en fardeaux.

Dans chaque cas, les strates de tubes sont séparées par des bois, et des cales sont disposées sur les bois.

Dans certains cas les tubes peuvent être livrés emboîtés les uns dans les autres, leur conditionnement réalisé en usine étant adapté aux conditions de transport et de déchargement. Ce conditionnement ne peut être assuré que par AMIBLU et après accord formalisé entre le fournisseur et l'utilisateur.

Les pièces de raccordement sont généralement livrées conditionnées sur palettes ou unitairement, selon leurs dimensions.

Il est recommandé de stocker les tubes et les pièces de raccordement avec leur emballage initial.

2.4.2. Transport et stockage

Le transport et le stockage des tubes FLOWTITE FPS doivent se faire en respectant certaines règles simples et courantes dans l'industrie des canalisations. Les précautions suivantes sont prises :

- Emballage tel que les tubes ne soient pas supportés par les manchons.
- Calage des tubes lors du transport.
- La hauteur d'empilage sur chantier ne devra pas dépasser celle initiale dans le camion de livraison et en prenant soin de conserver le packaging dans son intégrité (bois ; cales...).
- 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 désemboîtement. L'opération d'emboîtement ne peut être réalisée que par AMIBLU. Le désemboîtement se fait avec le bras d'un chariot élévateur protégé par un matériau au contact lisse tel un tube PVC. Il se fait du plus petit au plus gros tube, avec précaution 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 proscrit.

2.5. Dispositions de mise en œuvre

2.5.1. Assemblage par manchons

Avant tout assemblage, nettoyer le joint, les manchons, leurs gorges (si le joint n'est pas pré-monté), et les extrémités des tubes.

L'usage du lubrifiant fourni par AMIBLU 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

- Nettoyer soigneusement la face de la bride et, le cas échéant, la gorge.
- S'assurer que le joint est en bon état et propre. Les joints détériorés sont à remplacer.
- Positionner le joint.
- Aligner les brides à raccorder.
- Insérer les boulons, les rondelles. Toute la visserie doit être propre et lubrifiée. Les rondelles doivent être larges et plates (série L). Elles doivent toujours séparer les têtes de boulons et écrous des surfaces en PRV.
- Serrer les boulons sans appliquer d'efforts sur les brides au cours du serrage. Utiliser une clé dynamométrique. Le couple de serrage à appliquer est fourni par AMIBLU.

2.5.3. Autres méthodes d'assemblage

Les modalités et possibilité d'assemblage de tout autre raccord doivent faire l'objet d'un accord préalable de la part de AMIBLU.

2.5.4. Pose en tranchée

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

Les prescriptions des Fascicules 70-1, 71 et de la norme NF EN 805 pour les canalisations flexibles s'appliquent aux tubes FLOWTITE FPS.

Il est recommandé de réaliser le lit de pose et l'enrobage à l'aide de matériaux de granulométrie conforme au tableau ci-dessous. Le lit de pose est réalisé 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 Max (mm)
DN < 450	16
500 à 600	20
700 à 900	25
1000 à 1200	31,5
DN > 1300	40

La zone d'enrobage est réalisée dans les conditions du Fascicule 70-1, jusqu'à 300 mm au-dessus de la génératrice supérieure. Le remblayage s'effectue par couches successives compactées au fur et à mesure. Au minimum un compactage contrôlé-validé q5-t1 est exigé. Ce compactage est réalisé, comme pour tout type de canalisation, conformément à la norme NF P98-331 pour la zone située au-dessus de l'enrobage.

Les coudes, tés, réductions et bouchons sous pression doivent être butés par des massifs ou dispositifs d'ancrage.

Dans le cadre spécifique de l'installation de tuyau de longueur 12 m 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 FLOWTITE FPS de 12 m est intégralement reprise par le manchon FPC sans risque de perte d'étanchéité.

2.5.5. Réalisation des branchements sur conduites

Les branchements sur une installation gravitaire sont effectués à l'aide d'un regard, par une selle de branchement à coller ou des culottes à 45°.

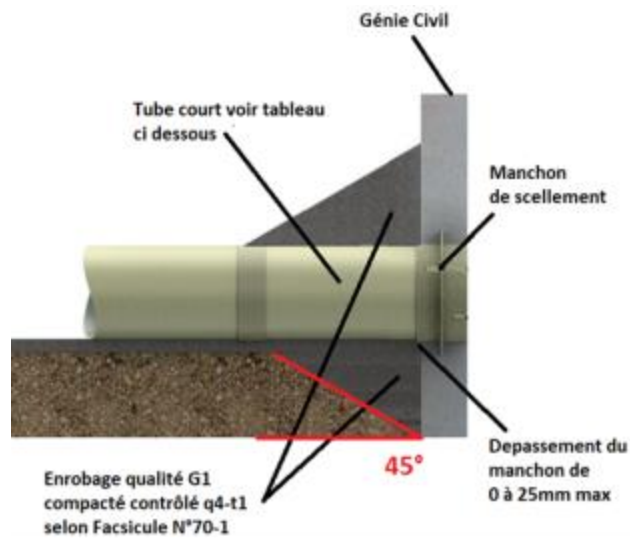
Dans le cas d'une selle de branchement, après perçage du tube, celle-ci est montée au moyen du kit fourni par AMIBLU comprenant la colle et la procédure de mise en œuvre. La totalité des surfaces en contact doivent être encollées.

La mise en œuvre d'une culotte à 45° sur réseau existant nécessite l'utilisation de manchon de raccordement (de type Flex-Seal par exemple).

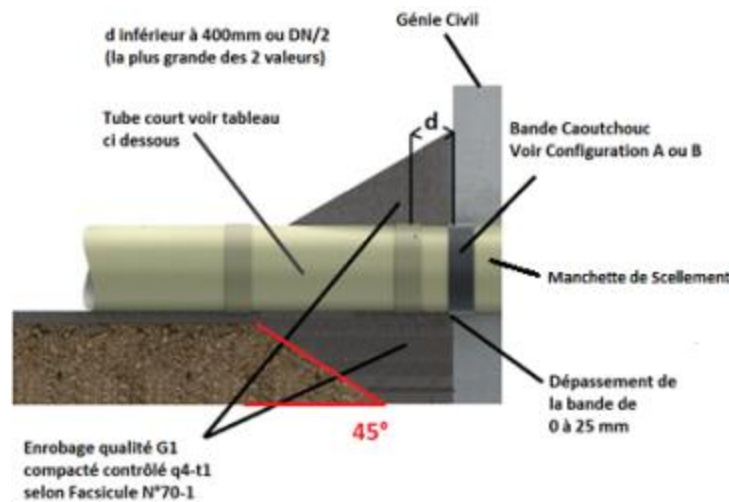
Les branchements sur une installation sous pression sont effectués avec des tés.

2.5.6. Assemblage sur ouvrage de génie civil

L'assemblage est réalisé par scellement, à l'aide de béton résine, d'un manchon de scellement en PRV sablé et muni d'un anneau d'ancrage (voir ci-dessous).

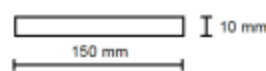


Des manchettes de scellement peuvent également être utilisées.

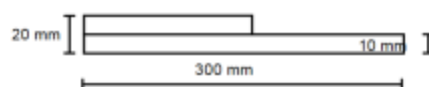


Les bandes en caoutchouc de dureté 50 à 60 Shore A auront les dimensions suivantes :

Type A: $DN < DN 700$



Type B: $DN \geq DN 700$



Afin de compenser les éventuels tassements différentiels, l'utilisation d'une longueur courte de tube est conseillée comme indiqué sur les dessins ci-dessus.

Longueur des tubes courts :

Longueur maxi.	Le plus petit de 2,4 m ou $2 \times DN$
Longueur mini	Le plus grand de 0,5 m ou $1 \times DN$
$DN < 300$	$300 \text{ mm} \leq L \leq 500 \text{ mm}$

2.6. Maintien en service du produit

Le nettoyage des canalisations FLOWTITE FPS doit s'effectuer dans les conditions suivantes :

- La pression maximum doit être de 120 bars, le débit maximum de 250L/min,
- Les buses avec des orifices en circonférence sont préférables.
- Les tuyères avec des chaînes ou forêts sont à proscrire.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Mode de fabrication

2.7.1.1. Tubes

Les tubes FLOWTITE FPS sont fabriqués par enroulement filamentaire en continu (DN 300 à 2400) ou en discontinu (DN < 300). Les différentes couches constitutives des tubes FLOWTITE FPS sont définies (teneur en fibre, teneur en charge), en fonction du diamètre (DN), de la rigidité (SN) et de la pression nominale (PN).

Le tube ainsi constitué pénètre ensuite dans un four tunnel où la polymérisation s'effectue.

A la sortie du four tunnel, le cylindre continu est tronçonné automatiquement à la longueur souhaitée de 3 ou 6 m ou 12m +/- 60 mm. Les tubes FLOWTITE FPS peuvent être également livrés à des longueurs intermédiaires définies en fonction des contraintes d'installation sur chantier.

Dans le cas des petits diamètres, le mandrin d'acier est extrait et les chutes en extrémité tronçonnées de chaque côté, pour obtenir la longueur souhaitée à +/-60mm avec un maximum de 6m. Les tubes une fois tronçonnés sont transférés vers une station d'usinage où le chanfreinage et l'usinage éventuel des extrémités est réalisé.

2.7.1.2. Manchons

Les manchons sont fabriqués suivant le même principe. 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 joints en élastomère ainsi que la butée centrale continue sont ensuite positionnés.

Les dimensions de ces manchons figurent en annexe.

Un manchon est monté en usine à l'une des extrémités de chaque tube. A la demande du client les tubes et manchons peuvent être livrés séparément.

Les tubes FLOWTITE FPS sont munis de manchons FPC.

2.7.1.3. Pièces de raccordement

Deux techniques sont réalisées pour la fabrication des pièces de raccordement en PRV :

- Moulage par enroulement sur un moule de forme pour les pièces de raccordement de DN ≤ 800. On obtient ainsi des pièces monobloc 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 FPS tronçonnés. La continuité mécanique est obtenue par stratification de tissus et mats de verre chevauchant les éléments à assembler.

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.

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 AMIBLU 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 pièces de raccordement FLOWTITE FPS est réalisée dans le cadre de plans d'assurance qualité certifiés EN ISO 9001.

2.7.3.2. Certification produit

Les tubes et pièces de raccordement FLOWTITE FPS 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 (tubes et pièces de raccordement),
- classe de rigidité (tubes),
- classe de pression (tubes),
- étanchéité (tubes).

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,

et, sauf évolution entérinée par le Groupe Spécialisé n°17 et le Comité Particulier de la marque QB,

- prélever et réaliser les essais suivants au laboratoire de la marque :
 - Tubes et manchons (1 DN)
 - caractéristiques dimensionnelles (§ 3.31 et 3.32)
 - rigidité annulaire spécifique initiale (§ 4.1)
 - résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement (4.9)
 - Pièces de raccordement (1 DN)
 - caractéristiques dimensionnelles
 - prélever (1DN) pour réalisation d'un essai d'étanchéité (§ 4.7) soit en usine (sous la responsabilité du CSTB), soit en laboratoire tierce partie.

Le certificat est disponible sur le site : www.cstb.fr.

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 FLOWTITE FS et FPS tant dans les laboratoires d'AMIBLU que dans des laboratoires extérieurs.

- Comportement mécanique à long terme (rapports d'essais internes n°T-95-103-B, n°T-2003-121 du 04/03/2014 et T-2019-290R2 du 26/08/2021 pour la rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées ; rapports d'essais internes n°T-95-101-R du 20/05/1997, T-2003-128 du 29/10/2003 et T-2011-220 du 03/06/2019 pour la résistance long terme à la pression interne ; rapports d'essais internes n°T-91-101-R du 15/05/1997 et T-2013-165 du 02/12/2013 pour la résistance ultime à la rupture à long terme en condition de fléchissement),
- Comportement à la corrosion (rapports d'essai internes n°T-99-107 du 18/03/99, n°T-2003-112 du 27/03/03, n°T2019-171 du 14/08/2019),
- Comportement à l'abrasion (rapport d'essai n°G38035-4 du 24/02/2021 de iro GmbH Oldenburg),
- Etanchéité (rapports d'essais internes n°T2016-244R1 du 15/01/2019, n°T-2003-124 du 07/04/2003 et T-2010-107 du 06/01/2014 ; rapports d'essais internes n°T-93-102-V du 14/09/1993, n°T-2021-105R1 du 23/03/2021 et n° T-2021-131R1 du 22/06/2021)
- Dilatation thermique,
- Comportement au curage (rapport d'essai n°G36669 du 10/05/2011 et n°G30192-3 du 10/05/2016 de iro GmbH Oldenburg).

Le comportement à la corrosion et la rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées de tubes FLOWTITE FS de DN 1400 ont fait l'objet d'essais réalisés dans les laboratoires AMIBLU sous contrôle du CSTB, du TÜV et de Norske Veritas (Rapport EN-CAPE 05 005).

Cette liste n'étant pas exhaustive.

Le CSTB a procédé aux essais suivants portant sur FS et/ou FPS :

- Contrôle dimensionnel,
- Rigidité et flexibilité annulaire.

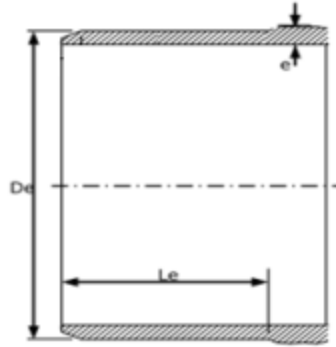
Ces essais ont fait l'objet des rapports CAPE 05-009 et EAU 22-09264.

Par ailleurs les tubes FLOWTITE FPS font l'objet d'essais périodiques en laboratoire tierce partie dans le cadre de la marque QB.

2.8.2. Références chantiers

Environ 3590 km de canalisations FLOWTITE FPS (anciennement AS P) ont été posées en Europe dont environ 510 km en France.

2.9. Annexe du Dossier Technique



DN	Diamètre Extérieur du tube (OD) mm		L_e min. mm	PN6			PN10		
				Epaisseur mini. de la paroi e_{min} mm	Diamètre intérieur déclaré minimum mm	Masse mini. kg/m	Epaisseur minimale de la paroi e_{min} mm	Diamètre intérieur déclaré minimum mm	Masse mini. kg/m
	min	max		mm	mm	mm	kg/m	mm	mm
300	323,5	324,5	161,9	5,8	310,3	11,8	5,8	310,3	11,8
350	375,4	376,4	164,1	6,6	360,6	15,8	6,6	360,6	15,8
400	426,3	427,3	166,3	7,4	409,9	20,4	7,3	410,1	20,0
450	477,2	478,2	168,2	8,1	459,4	25,1	8,1	459,4	25,1
500	529,1	530,1	170,8	9,1	509,4	31,3	9,1	509,4	31,3
600	616,0	617,0	172,0	10,5	593,5	42,5	10,3	593,8	41,7
700	718,0	719,0	172,0	12,0	692,4	57,4	11,2	694,1	52,8
800	820,0	821,0	172,0	13,7	791,0	75,5	12,3	793,7	67,2
900	922,0	923,0	172,0	15,2	890,0	94,6	13,6	893,1	83,8
1000	1024,0	1025,0	172,0	16,5	989,4	114,3	14,9	992,5	102,3
1100	1126,0	1127,0	172,0	17,9	1088,6	136,9	16,2	1091,9	122,4
1200	1228,0	1229,0	172,0	19,3	1187,7	161,5	17,6	1191,2	145,2
1300	1330,0	1331,0	172,0	20,8	1286,8	188,2	19,0	1290,5	169,5
1400	1432,0	1433,0	172,0	22,1	1386,1	216,3	20,3	1389,8	195,5
1500	1534,0	1535,0	172,0	23,7	1485,1	247,8	21,6	1489,1	224,0
1600	1636,0	1637,0	172,0	25,0	1584,3	279,9	23,0	1588,4	254,5
1700	1738,0	1739,0	172,0	26,6	1683,2	316,4	-	-	-
1800	1840,0	1841,0	172,0	28,0	1782,5	352,2	-	-	-
1900	1942,0	1943,0	172,0	29,4	1881,7	390,5	-	-	-
2000	2044,0	2045,0	172,0	30,9	1980,6	433,0	-	-	-
2100	2146,0	2147,0	172,0	32,3	2079,7	476,5	-	-	-
2200	2248,0	2249,0	172,0	33,8	2178,8	522,1	-	-	-
2300	2350,0	2351,0	172,0	35,2	2278,0	569,1	-	-	-
2400	2452,0	2453,0	172,0	36,6	2377,1	617,7	-	-	-

Tableau 2- Caractéristiques dimensionnelles des tubes FLOWTITE FPS SN 5000 PN6 et PN 10

DN	Diamètre Extérieur du tube (OD) mm		L _e min. mm	PN 6			PN 10		
				Epaisseur mini. de la paroi e _{min} mm	Diamètre intérieur déclaré minimum mm	Masse mini. kg/m	Epaisseur minimale de la paroi e _{min} mm	Diamètre intérieur déclaré minimum mm	Masse mini. kg/m
	min	max							
150	167,1	168,0	107,0	4,8	153,0	4,2	4,8	153,0	4,2
200	220,0	220,5	109,0	6,0	204,0	7,3	6,0	204,0	7,3
250	271,6	271,6	109,0	7,1	253,0	11,0	7,1	253,0	11,0
300	323,5	324,5	165,2	7,0	307,9	14,4	7,0	307,9	14,5
350	375,4	376,4	168,3	8,1	357,5	19,7	8,1	357,5	19,7
400	426,3	427,3	171,1	9,2	406,4	25,4	9,2	406,4	25,4
450	477,2	478,2	172,0	10,2	455,2	31,9	10,2	455,2	31,9
500	529,1	530,1	172,0	11,3	504,8	39,6	11,3	504,8	39,6
600	616,0	617,0	172,0	12,9	588,6	52,8	12,9	588,6	52,8
700	718,0	719,0	172,0	14,8	686,8	71,3	14,6	687,3	70,1
800	820,0	821,0	172,0	16,7	784,9	92,4	16,3	785,8	89,9
900	922,0	923,0	172,0	18,6	883,1	116,4	18,0	884,5	111,8
1000	1024,0	1025,0	172,0	20,4	981,7	141,5	19,7	983,0	136,6
1100	1126,0	1127,0	172,0	22,0	1080,3	168,5	21,5	1081,3	164,3
1200	1228,0	1229,0	172,0	23,9	1178,5	200,2	23,3	1179,8	194,2
1300	1330,0	1331,0	172,0	25,6	1277,2	231,7	25,1	1278,3	226,6
1400	1432,0	1433,0	172,0	27,5	1375,3	269,0	26,9	1376,5	262,6
1500	1534,0	1535,0	172,0	29,3	1473,8	307,0	28,7	1474,9	300,5
1600	1636,0	1637,0	172,0	31,1	1572,2	347,7	30,5	1573,4	340,6
1700	1738,0	1739,0	172,0	32,9	1670,6	391,5	-	-	-
1800	1840,0	1841,0	172,0	34,8	1768,8	438,2	-	-	-
1900	1942,0	1943,0	172,0	36,6	1867,2	487,0	-	-	-
2000	2044,0	2045,0	172,0	38,4	1965,6	538,1	-	-	-
2100	2146,0	2147,0	172,0	40,2	2063,9	592,5	-	-	-
2200	2248,0	2249,0	172,0	42,0	2162,3	648,9	-	-	-
2300	2350,0	2351,0	172,0	43,8	2260,8	707,3	-	-	-
2400	2452,0	2453,0	172,0	45,7	2359,0	769,4	-	-	-

Tableau 3 - Caractéristiques dimensionnelles des tubes FLOWTITE FPS SN 10000 PN 6 et PN 10

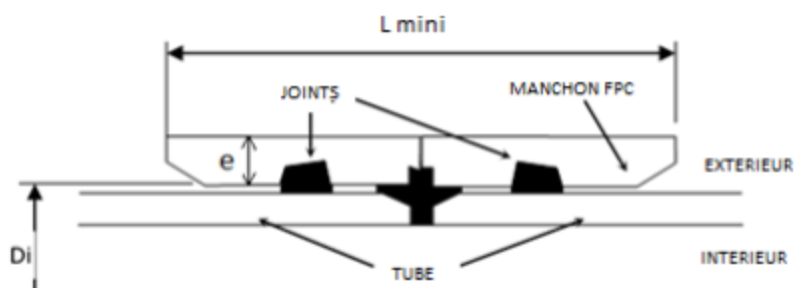


Figure 2- Manchons FLOWTITE Assainissement FPC

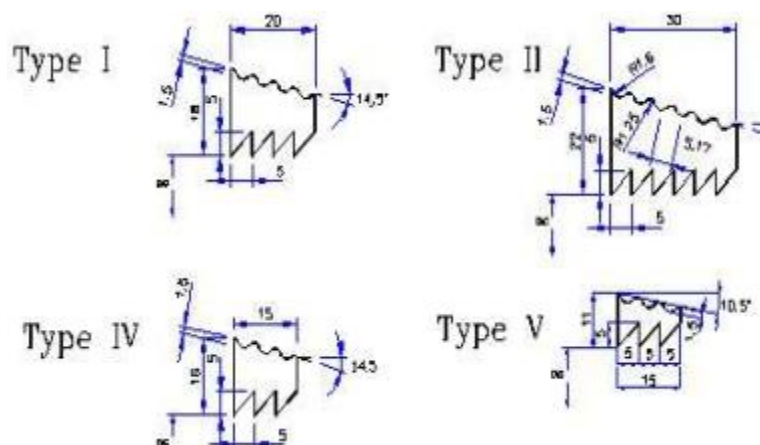


Figure 3 - Joints d'étanchéité Manchon FPC

DN	Di mini (mm)	Di maxi (mm)	e mini (mm)	L mini (mm)	Poids approx. kg/pièce
150	168,5	169,0	10,2	150	1,5
200	222,0	222,5	15,4	175	3,6
250	273,6	274,1	15,4	175	4,4
300	326,0	327,0	19,5	270	11,0
350	377,9	378,9	19,4	270	12,5
400	428,8	429,8	19,4	270	14,1
450	479,7	480,7	19,2	270	15,7
500	531,6	532,6	19,2	270	17,3
600	618,5	619,5	22,4	330	28,8
700	720,5	721,5	22,1	330	33,1
800	822,5	823,5	22,0	330	37,4
900	924,5	925,5	22,5	330	42,8
1000	1026,5	1027,5	23,0	330	48,5
1100	1128,5	1129,5	23,4	330	53,9
1200	1230,5	1231,5	23,6	330	59,4
1300	1332,5	1333,5	23,9	330	65,0
1400	1434,5	1435,5	24,1	330	70,5
1500	1536,5	1537,5	24,3	330	76,1
1600	1638,5	1639,5	24,5	330	81,9
1700	1740,5	1741,5	24,7	330	87,7
1800	1842,5	1843,5	25,0	330	93,4
1900	1944,5	1945,5	25,2	330	99,3
2000	2046,5	2047,5	25,4	330	105,3
2100	2148,5	2149,5	25,6	330	111,3
2200	2250,5	2251,5	25,8	330	117,5
2300	2352,5	2353,5	25,9	330	123,6
2400	2454,5	2455,5	26,1	330	129,9

Tableau 4 - Caractéristiques dimensionnelles des manchons FPC