17.2/21-353_V3

Valide du **11 décembre 2023**

au **31 décembre 2028**

Sur le procédé

SUBOR SP

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

Titulaire(s) : Société SUBOR BORU SANAYI VE TICARET AS

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

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Annule et remplace l'Avis Technique n°17.2/21-353_V2. Cette nouvelle version est exempte des tubes gravitaires SUBOR SG, qui sont passés dans le domaine traditionnel. Les tubes SUBOR SG pourront désormais faire l'objet de la certification QB 09 sans Avis Technique, sur la base du référentiel de la marque.	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

Descripteur :

Les tubes d'assainissement SUBOR SP sont fabriqués en polyester renforcé de fibres de verre (PRV), et assemblés par manchons.

Ils répondent aux principales caractéristiques suivantes :

- 2 rigidités nominales : SN 5000 et SN 10000
- 2 gammes de pression nominale : PN 6 et PN 10,
- 5 diamètres nominaux série B2 au sens de la norme NF EN ISO 23856 :
  - DN/OD : 300, 350, 400, 450, 500.
- 25 diamètres nominaux série B1 au sens de la norme NF EN ISO 23856 :
  - DN/OD : 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.
- 1 diamètre nominal série B6 au sens de la norme NF EN ISO 23856 : DN/OD 250.
- Longueurs de livraison : 3, 6 ou 12 m. Des tubes destinés à la découpe sur chantier sont également disponibles.

En association à ces tubes, il existe des accessoires : branchements, coudes, culottes, réduction.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification et de fabrication fournis à l'instruction et vérifiés par le GS 17-2.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.1.1. Zone géographique 5
1.1.2. Ouvrages visés 5
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité de l'ouvrage 5
1.2.3. Impacts environnementaux 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5
1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé 7
2. Dossier Technique 8
2.1. Mode de commercialisation 8
2.1.1. Coordonnées 8
2.1.2. Identification 8
2.1.3. Mode de commercialisation 8
2.2. Description 8
2.2.1. Principe 8
2.2.2. Caractéristiques des composants 9
2.2.3. Caractéristiques du produit 9
2.3. Caractéristiques mécaniques 12
2.3.1. Rigidité annulaire spécifique initiale 12
2.3.2. Rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées 12
2.3.3. Résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement 12
2.3.4. Résistance ultime à la rupture à long terme en condition de fléchissement 12
2.3.5. Résistance spécifique initiale en traction longitudinale 12
2.3.6. Rupture initiale et pression intérieure de courte durée 13
2.3.7. Pression de rupture à long terme 13
2.3.8. Etanchéité à l'eau 13
2.3.9. Résistance à la corrosion sous déformation 13
2.3.10. Température de fléchissement sous charge 13
2.3.11. Résistance à l'abrasion 13
2.3.12. Comportement au curage 13
2.3.13. Coefficient de dilatation thermique 13
2.4. Dispositions de conception 14
2.4.1. Dimensionnement mécanique 14
2.4.2. Dimensionnement hydraulique 14
2.5. Conditionnement, manutention et stockage 15
2.5.1. Conditionnement 15
2.5.2. Transport et stockage 15
2.6. Dispositions de mise en œuvre 15
2.6.1. Assemblage par manchons 15
2.6.2. Assemblage par bride 15
2.6.3. Autres méthodes d'assemblage 16
2.6.4. Pose en tranchée 16
2.6.5. Réalisation des branchements sur conduites 16
2.6.6. Assemblage sur ouvrage de génie civil 16
2.7. Maintien en service du produit ou du procédé 17

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 17
2.8.1. Mode de fabrication 17
2.8.2. Contrôles internes 18
2.8.3. Contrôles externes 18
2.9. Mention des justificatifs 18
2.9.1. Résultats expérimentaux 18
2.9.2. Références de chantiers 19
2.10. Annexes 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 d'assainissement SUBOR SP 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. Aspect sanitaire

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la règlementation et notamment l'ensemble des obligations règlementaires relatives aux produits pouvant contenir des 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 règlementations 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 SUBOR SP sont conformes aux exigences minimales telles que définies dans la norme NF EN ISO 23856.

Les tubes DN 1100, 1300, 1500, 1700, 2100, 2300, 2500, 2700 et 2900 sont considérés par la norme NF EN ISO 23856 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, montrent que les produits répondent aux exigences d'aptitude à l'emploi telles que définies par la norme NF EN 476 dans le domaine d'emploi considéré et 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 SUBOR SP permettent de concevoir et réaliser des réseaux au comportement mécanique comparable à celui des canalisations traditionnelles réalisées 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 de l'ouvrage

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

La durabilité des tubes SUBOR SP 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 SUBOR SP ainsi que leurs conditions de fabrication permettent d'en assurer les performances.

Les canalisations SUBOR SP doivent être entretenues comme toute canalisation traditionnelle des réseaux d'assainissement : curage, inspection, etc. L'entretien se fera en respectant les préconisations figurant au §2.7 du Dossier Technique.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits SUBOR SP ne font pas l'objet d'une 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 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.

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. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

Tableau 1 : Combinaisons DN/PN/SN

	PN6		PN10	
DN/ OD	**SN 5000**	**SN 10000**	**SN 5000**	**SN 10000**
250	X	X	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	X	X
1800	X	X	X	X
1900	X	X	X	X
2000	X	X	X	X
2100	X	X	X	
2200	X	X	X	
2300	X	X	X	
2400	X	X	X	
2500	X	X	X	
2600	X	X	X	
2700	X	X	X	
2800	X	X	X	
2900	X	X	X	
3000	X	X	X	

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire :
Société SUBOR Boru Sanayi ve Ticaret AS
Acibadem Mahallesi Sokullu Sokak No 12
TU – 34718 Kadiköy/Istanbul
Tél. : 00902164741900
Email : contact@hydropipesolutions.com
Internet : www.subor.eu

Usine : Sakarya

2.1.2. Identification

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

- le logo SUBOR,
- la dénomination commerciale SUBOR SP,
- la matière,
- l'identification des composants,
- le diamètre nominal,
- la série,
- la rigidité nominale SN,
- la pression nominale,
- la longueur,
- le n° d'ordre du tube, contenant l'année de fabrication, et la date exacte de fabrication (jour, mois),
- le logo QB suivi de la référence figurant sur le certificat.

Les tubes destinés à la découpe sur chantier sont marqués *« AP ».*

2.1.3. Mode de commercialisation

Les canalisations SUBOR SP sont commercialisées par Hydro Pipe Solutions SAS.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les tubes en PRV SUBOR SP à base de résine polyester UP de DN 250 à DN 3000 sont destinés au transport sous pression des effluents domestiques et pluviaux.

Ils répondent aux principales caractéristiques suivantes :

- 2 rigidités nominales : SN 5000 et SN 10000,
- 2 gammes de pression nominale : PN 6 et PN 10,
- 5 diamètres nominaux série B2 au sens de la norme NF EN ISO 23856 :
  - DN/OD : 300, 350, 400, 450, 500.
- 25 diamètres nominaux série B1 au sens de la norme NF EN ISO 23856 :
  - DN/OD : 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.
- 1 diamètre nominal série B6 au sens de la norme NF EN ISO 23856 : DN/OD 250.

Longueurs de livraison : 3, 6 ou 12 m. Des tubes destinés à la découpe sur chantier sont également disponibles.

Les tubes et raccords SUBOR SP sont désignés par :

Leur diamètre nominal (DN) série B1 (DN 600 à 3000),B2 (DN 300 à 500) et B6 (DN 250) au sens de la norme NF EN ISO 23856.

Leur classe de pression :

Pression nominale (PN)	6	10
Pression de Fonctionnement Admissible (PFA)	6	10
Pression Maximale Admissible (PMA)	8.4	14
Pression d'Epreuve Admissible sur chantier (PEA)	9	15

Les tubes et raccords en PRV SUBOR SP sont assemblés au moyen de manchons en PRV à double joint élastomères à lèvres permettant d'obtenir une liaison flexible sans reprise des effets de fond.

Les classes de rigidité annulaire spécifique (SN) des tubes SUBOR SP sont SN 5000 et SN10000.

Le référentiel de base qui s'applique aux tubes et raccords SUBOR SP est la norme NF EN ISO 23856 : Systèmes de canalisations en plastiques 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).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Résine

Résine polyesterUP insaturée de type orthophtalique, isophtalique ou téréphtalique polymérisée à chaud possédant les spécifications minimales définies ci-dessous, avec catalyseur de type peroxyde de méthyléthylcétone et accélérateur octoate de cobalt.

Caractéristiques	Valeurs
Résistance en traction à court terme	Min. 65 MPa
Allongement en traction à court terme	Min. 3,0 %
Résistance en flexion à court terme	Min. 120 MPa
Température de fléchissement sous charge (HDT)	Min. 75°C

2.2.2.2. Renforcement

Renforcement de verre de type E / C / 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 pour la couche interne et synthétique pour la couche externe.

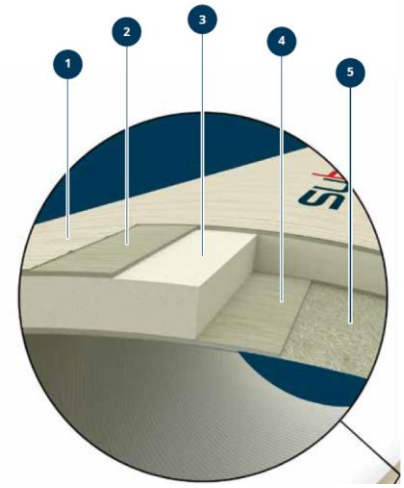
2.2.2.3. Charges

Charges de sable à au moins 95% en poids de quartz, et dont la granulométrie des particules est inférieure à 1.0 mm et supérieure à 60 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 (5) constituée :
  - D'une couche de résine et d'un voile de verre, d'une épaisseur minimale de 0,3 mm et qui permet d'obtenir la résistance à l'abrasion et au curage du produit.
  - D'une couche barrière constituée de résine/verre/sable et d'épaisseur de 1,2 mm.
- Couches structurantes :

- Couches (2 et 4) constituées de résine et de fibres de verre enroulées. Les verres constituant cette couche structurante sont de type E ou ECR.
- Ame du tube (3) constituée de résine, de sable et fibres de verre coupées et représentant l'essentiel de l'épaisseur de paroi.

- Couche externe (1) constituée de résine et de voile de verre et d'épaisseur minimale de 0,2 mm.

Seules les couches structurantes voient leurs épaisseurs varier en fonction du diamètre, de la classe de pression 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 SUBOR SP figurent tableaux 1 à 3 en annexe.

Il existe des tubes dits "de coupe" qui sont identifiés spécifiquement. Ces tubes sont seuls habilités à être tronçonnés sur chantier. Ils ne nécessitent pas de calibrage pour leur raccordement à l'aide des manchons.

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

Les caractéristiques dimensionnelles et poids des manchons figurent en annexe (*Voir tableaux 4 et 5 et figure 2*).

4 types de joints différents sont utilisés :

- DN 250

DN	TYPE JOINT	D_{int} (mm)
250	Voir figure 3 en annexe	269.0 +/- 1.5

D_{int} = Diamètre intérieur du joint

- DN ≥ 300

DN	TYPE JOINT	D_{int} (mm)	Tolérance (+/- 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
2500	II	2650.0	8.5
2600	VI	2748.0	11.0
2700	VI	2854.0	11.2
2800	VI	2961.0	11.5
2900	VI	3067.0	11.7
3000	VI	3173.0	12.0

D_{int} = Diamètre intérieur du joint

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

2.2.3.3.3. Caractéristiques dimensionnelles des raccords

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

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

La longueur minimum des brides est conforme à la norme NF EN ISO 23856. Le diamètre extérieur et le diamètre de perçage des brides sont conformes, selon le cas, soit à la norme NF EN 1092, équivalente pour ces dimensions à la norme ISO 7005, soit à la norme ANSI B16-5.

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 » (bride -emboîtement).

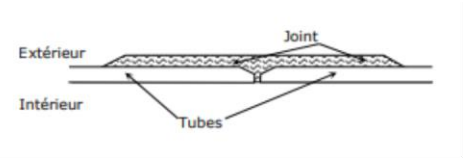
Les coudes, tés et réductions sont équipés d'un manchon en usine (deux pour les tés).

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

2.2.3.3.4. Autres types d'assemblage

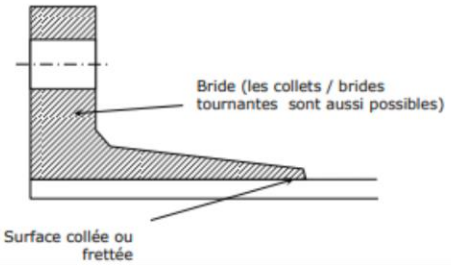
Il est possible d'utiliser d'autres systèmes de raccordement avec les tubes SUBOR SP :

- Manchon mécanique type STRAUB ou BORTECH,
- Raccordement par lamination :



Les raccordements par lamination doivent être réalisés par du personnel qualifié par SUBOR.

- Raccordements par brides :



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

2.3. Caractéristiques mécaniques

2.3.1. Rigidité annulaire spécifique initiale

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

2.3.2. 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	3600
10 000	7200

2.3.3. 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

2.3.4. 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.

2.3.5. 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.

2.3.6. Rupture initiale et pression intérieure de courte durée

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

2.3.7. Pression de rupture à long terme

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

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, 10	2,5	3,3

2.3.8. Etanchéité à l'eau

Les tubes SUBOR SP sont étanches dans les conditions de la norme NF EN ISO 23856 résumées ci-dessous et les déviations angulaires suivantes.

Essai	**Pression**	**Durée**
Pression initiale	1,5 x PN	15 min
Pression négative	- 0,8 bar	1 h
Désalignement et retrait	2,0 x PN Cyclique $P_{atmosphérique}$ → 1,5 x PN	24 h 10 cycles de 1,5 à 3 min chacun
Déviation angulaire et retrait	1,5 x PN 2,0 x PN	15 min 24 h

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

Un contrôle d'étanchéité non destructif est effectué sur 100 % des tubes SUBOR SP et manchons. 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.

2.3.9. Résistance à la corrosion sous déformation

Elle est déterminée par un essai de corrosion sous contrainte selon ISO 10952.

L'allongement à rupture extrapolé à 50 ans sur des éprouvettes contenant 5% (en masse) d'acide sulfurique est de 0,68 %.

2.3.10. Température de fléchissement sous charge

Les résines utilisées ont une température de fléchissement sous charge (Heat Distortion Temperature) d'au moins 75°C selon la norme NF EN ISO 75-2 méthode A.

Nota : Conformément à la norme NF EN ISO 23856, les canalisations SUBOR SP sont dimensionnées pour une température maximale en service de 35°C.

2.3.11. Résistance à l'abrasion

Les canalisations SUBOR SP ont fait l'objet d'essai d'abrasion réalisé selon la norme CEN/TR 15729 :2010.

La diminution moyenne d'épaisseur observée est de 0,20 mm après 100 000 cycles (200 000 glissements) et de 0,42 mm après 200 000 cycles (400 000 glissements).

2.3.12. Comportement au curage

Un essai de comportement au curage a été mené sur site sur la base de la norme DIN 19523, méthode 2.

2.3.13. Coefficient de dilatation thermique

Dans le sens axial, il est inférieur à 26.10^{-6} °C^{-1}.

2.4. Dispositions de conception

2.4.1. Dimensionnement mécanique

2.4.1.1. Etape 1 : dimensionnement à vide

Le dimensionnement mécanique des tubes SUBOR SP en enterré (tubes flexibles) est réalisés selon le Fascicule 70-I avec les spécificités suivantes.

Défaut de forme initial

e_0 = 0,005 x 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 :

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

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/m²).

Et sont comparés avec les allongements calculés à partir des limites d'ovalisation B et C définies au chapitre 4.3 et 4.4.

L'allongement limite ε_r est défini par :

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

avec :

e : épaisseur du tube (mm)

OV : ovalisation d'essai imposée au tube en % (limite B §2.3.3 pour le Court Terme et limite C §2.3.4 pour le Long Terme)

Dm : 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 $\varepsilon_r = \varepsilon_{rCT}$) et à Long Terme (avec $\varepsilon_r = \varepsilon_{rLT}$) avec γ_M = 1,2 pour les canalisations non visitables et 1,32 pour les canalisations visitables.

La vérification du comportement mécanique aux états limites ultimes devra prendre en compte la valeur maximum en allongement toléré de 0,68% 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 :

- Déflexion verticale relative calculée à court terme : ≤ 3 %
- Déflexion verticale relative calculée à long terme : ≤ 5%.

2.4.1.2. Etape 2 : justification mécanique des tubes pression

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

Calcul du tube vide (§2.4.1.1) : non flambement et vérification de résistance aux ELU (en particulier calcul de εr_{LT}) et ovalisation aux ELS.

Calcul du tube soumis aux effets combinés de la pression intérieure PMA (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.

2.4.2. Dimensionnement hydraulique

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).

2.5. Conditionnement, manutention et stockage

2.5.1. Conditionnement

Les tubes SUBOR SP de DN ≤ 400 peuvent être livrés en fardeaux cerclés d'un ou plusieurs niveaux en fonction du DN, séparés par des poutres et assujettis par des cales de bois. Ces fardeaux sont déchargés tels quels et stockés sur une surface plane.

DN	LONGUEUR UNITAIRE (m)	NOMBRE de tubes par fardeaux
250	3, 6 ou 12	4x4, 4x3, 3x3
300		3x3
350		3x3, 3x2
400		3x3

Les tubes de DN supérieur à 400 sont livrés séparés, 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.

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

Les tubes SUBOR SP peuvent être livrés emboîtés les uns dans les autres.

2.5.2. Transport et stockage

Le transport et le stockage des tubes SUBOR SP 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.
- Hauteur maximale d'empilage de 3 m (dans le cas où les tubes ne sont pas conditionnés emboîtés).
- 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 SUBOR. 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. Les tubes SUBOR SP sont livrés avec une protection des joints élastomères par une bande adhésive.

2.6. Dispositions de mise en œuvre

2.6.1. 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 SUBOR 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 au disque matériau ou de préférence au disque diamant. Un chanfrein doit être réalisé, avec une meuleuse de préférence, pour casser l'angle de coupe.

2.6.2. 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 éliminer.

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 SUBOR.

2.6.3. 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 SUBOR.

2.6.4. Pose en tranchée

Les prescriptions des Fascicules 70-1 et 71 et de la norme NF EN 805 s'appliquent.

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

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 max en mm**
250 < DN < 400	16
400 < DN < 1000	20
DN > 1000	32

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 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 et réductions doivent être contrebutés 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.

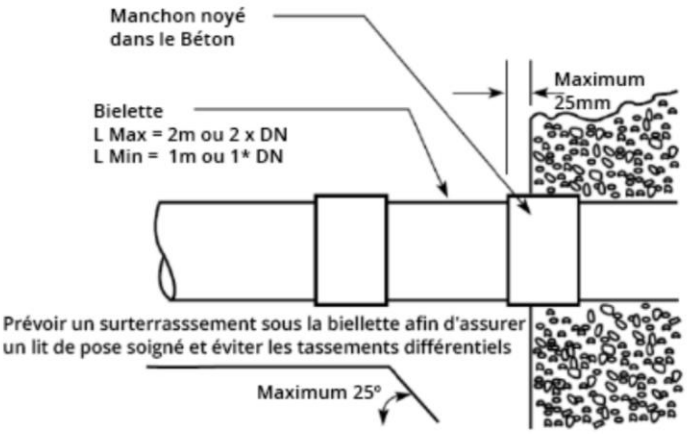
Sur la base du coefficient de dilation thermique et d'une amplitude de température de 50°, la dilatation ou contraction maximale d'un tube SUBOR SP de 12 m est intégralement reprise par le manchon sans risque de perte d'étanchéité.

2.6.5. Réalisation des branchements sur conduites

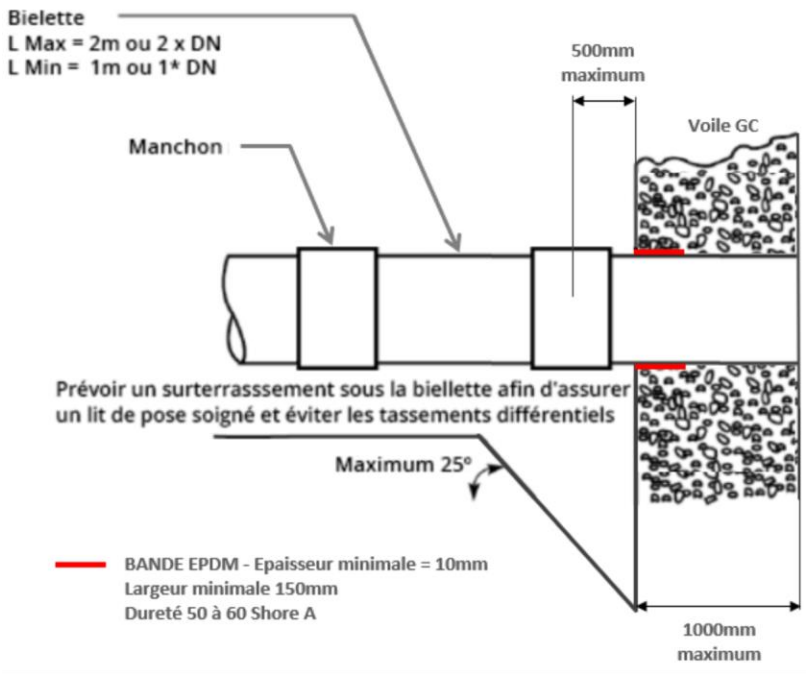
Les branchements sur une installation sous pression sont effectués avec des tés. La mise en œuvre d'un Té sur réseau existant nécessite l'utilisation de manchon de raccordement (de type STRAUB par exemple).

2.6.6. Assemblage sur ouvrage de génie civil

L'assemblage est réalisé par scellement, à l'aide de béton, béton à prise rapide ou 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 pour les traversées.



Afin de compenser les éventuels tassements différentiels, l'utilisation d'une longueur courte de tube (biellette) est conseillée. Le sol autour du tube court doit être compacté avec soin (enrobage de qualité G1 compacté contrôlé q4-t1 selon le fascicule 70-I).

2.7. Maintien en service du produit ou du procédé

Le nettoyage des canalisations SUBOR SP doit s'effectuer dans les conditions suivantes :

- La pression maximum doit être de 120 bars, le débit maximum de 250L/min,
- Les tuyères avec des chaines ou forêts sont à proscrire.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Mode de fabrication

La production des tubes, manchons et raccords est réalisée sur le site de Sakarya en Turquie.

2.8.1.1. Tubes

Les tubes SUBOR SP sont fabriqués par enroulement filamentaire. La machine est constituée d'un mandrin muni d'un feuillard d'acier en enroulement continu et se déroulant à l'extrémité de la machine pour se réenrouler à son origine. Sur cette machine sont produits les tubes de DN 250 à 3000.

Après dépose d'un film de cellophane afin d'assurer l'étanchéité du mandrin et le démoulage après durcissement de la résine, celle-ci se dépose sur toute la longueur de la zone. Une première couche est constituée par l'enroulement d'un voile chargé de résine. Cette couche donne un état de surface lisse à l'intérieur du tube. Elle est suivie de la couche barrière. Puis vient la zone d'enroulement de filaments de verre continus, et de dépose de fils coupés, de sable et de résine. Un "filet" est enroulé en fin de constitution de cette couche structurante, et un voile de finition et de protection vis à vis de l'environnement externe est enroulé.

Le tube ainsi constitué pénètre ensuite dans un four tunnel où la polymérisation s'effectue. La température varie en fonction de l'avance du tube et du processus de polymérisation. Le caractère exothermique de la réaction est pris en compte. Un système de contrôle en continu tout au long de cette zone suit l'évolution de la température dans le stratifié.

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, valeur préalablement introduite dans un logiciel de commande. Les tubes SUBOR SP peuvent être également livrés à des longueurs intermédiaires définies en fonction des contraintes d'installation sur chantier.

Les tubes une fois tronçonnés sont transférés vers une station d'usinage où le chanfreinage et l'usinage éventuel des extrémités sont réalisés.

2.8.1.2. 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 deux joints en élastomère ainsi que la butée centrale continue sont ensuite positionnés.

Les dimensions de ces manchons figurent en annexe.

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

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.

2.8.1.3. Raccords

La fabrication des raccords en PRV est faite par chaudronnage à partir d'éléments de tubes 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.

2.8.2. Contrôles internes

Les contrôles portent notamment sur :

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

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

2.8.3. Contrôles externes

2.8.3.1. Management de la qualité

La fabrication des tubes et accessoires SUBOR SP est réalisée dans le cadre de plans d'assurance qualité certifiés EN ISO 9001.

2.8.3.2. Certification produit

Les tubes et raccords SUBOR SP 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 accessoires),
- classe de rigidité (tubes),
- classe de pression (tubes),
- étanchéité (tubes).

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

Dans le cadre de la Certification QB, le CSTB visite périodiquement le site 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 :
  - Tubes et manchons (1 DN)
    - caractéristiques dimensionnelles
    - rigidité annulaire spécifique initiale
    - résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement
  - Accessoires (1 DN)
    - caractéristiques dimensionnelles
- prélever et réaliser les essais suivants au laboratoire de l'usine (sous la responsabilité du CSTB) 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.

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

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Pour assurer leur conformité à l'ensemble des normes applicables de nombreux essais ont été réalisés sur des tubes SUBOR SP.

Comportement mécanique à court et long terme (CSTB n°CAPE 20-11270 de 11/2020 et S+K n°22-210-03291-PB de 01/2022),

Comportement en traction (SUBOR n°2020T-206 de 04/2020, 2020T-684 de 09/2020 et S+K n°2092943 -zw de 12/2020),

Comportement à la corrosion (SUBOR n°LT 2019-02 de 10/2019),

Comportement à l'abrasion (TUV SUD n°19-IS-0650-34-B-001 de 02/2020),
Comportement au curage (TUV SUD n°19-IS-0286b-34-B-001 de 04/2019).

2.9.2. Références de chantiers

Environ 250 km de canalisations SUBOR SP ont été posées en Europe dont environ 10 km en France.

2.10. Annexes du Dossier Technique

Figure 1 – Extrémités des tubes SUBOR SP

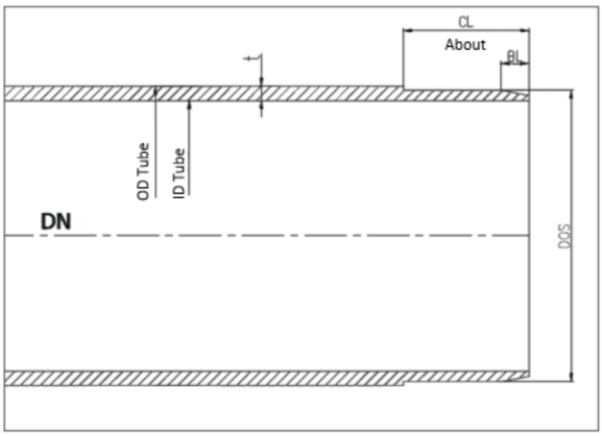


Tableau 2- Caractéristiques dimensionnelles des tubes SUBOR SP SN 5000 et SN 10000 PN6

DN	Diamètre Extérieur du tube (OD) mm		CL min mm	SN 5000			SN 10000		
	min.	max.		Epaisseur mini. de la paroi t mm	Diamètre intérieur min. déclaré mm	Masse nominale* kg/m	Epaisseur mini. de la paroi t mm	Diamètre intérieur min. déclaré mm	Masse nominale* kg/m
250	271,1	272,1	90	N/A	N/A	N/A	5,9	258,2	10,8
300	323,5	324,5	120	5,1	312,2	9,8	6,1	310,1	11,9
350	375,4	376,4	120	5,8	362,6	13,4	7,0	360,0	16,2
400	426,3	427,3	120	6,6	412,0	17,4	8,0	409,1	21,0
450	477,2	478,2	120	7,4	461,3	22,0	8,8	458,5	26,5
500	529,1	530,1	120	7,8	512,5	27,3	9,8	508,2	32,7
600	616,0	617,0	120	9,4	596,1	36,8	11,4	592,0	44,8
700	718,0	719,0	120	10,8	695,3	49,7	13,2	690,3	61,3
800	820,0	821,0	120	12,2	794,5	64,3	14,7	789,3	79,8
900	922,0	923,0	120	13,3	894,2	81,0	16,8	887,2	100,3
1000	1024,0	1025,0	120	15,0	992,9	99,3	18,7	985,5	124,0
1100	1126,0	1127,0	120	16,1	1 092,7	120,0	20,2	1 084,5	150,1
1200	1228,0	1229,0	120	17,7	1 191,4	139,0	22,2	1 182,5	177,8
1300	1330,0	1331,0	120	19,1	1 290,7	167,3	24,0	1 280,9	208,5
1400	1432,0	1433,0	120	20,2	1 389,0	193,4	25,7	1 379,4	234,7
1500	1534,0	1535,0	120	22,3	1 488,2	222,2	27,5	1 477,9	275,8
1600	1636,0	1637,0	120	23,6	1 587,8	251,9	29,7	1 575,6	314,2
1700	1738,0	1739,0	120	24,2	1 688,6	272,0	31,1	1 674,7	353,6
1800	1840,0	1841,0	120	26,6	1 785,6	318,5	32,7	1 773,3	396,3
1900	1942,0	1943,0	120	28,1	1 884,7	354,0	34,6	1 871,7	441,3
2000	2044,0	2045,0	120	29,3	1 983,9	391,3	36,4	1 970,2	476,2
2100	2146,0	2147,0	120	30,9	2 083,0	431,3	38,1	2 068,7	537,5
2200	2248,0	2249,0	120	32,4	2 182,1	473,1	39,9	2 167,1	589,5
2300	2350,0	2351,0	120	33,8	2 281,3	515,9	41,6	2 265,7	643,2
2400	2452,0	2453,0	120	35,2	2 380,5	561,3	44,0	2 362,8	699,4
2500	2554,0	2555,0	120	36,7	2 479,5	609,7	45,1	2 462,7	741,0
2600	2656,0	2657,0	120	38,1	2 578,7	658,7	46,9	2 561,0	821,4
2700	2758,0	2759,0	120	39,5	2 677,9	708,9	48,7	2 659,5	885,0
2800	2860,0	2861,0	120	40,9	2 777,0	762,7	50,5	2 757,9	951,8
2900	2962,0	2963,0	120	42,4	2 876,1	818,3	52,2	2 856,5	1 018,8
3000	3064,0	3065,0	120	43,8	2 975,3	874,6	54,0	2 954,9	1 090,9

Tableau 3 - Caractéristiques dimensionnelles des tubes SUBOR SP SN 5000 et SN 10000 PN 10

DN	Diamètre Extérieur du tube (OD) mm		CL min mm	SN 5000			SN 10000		
	min.	max.		Epaisseur mini. de la paroi t mm	Diamètre intérieur min. déclaré mm	Masse nominale* kg/m	Epaisseur mini. de la paroi t mm	Diamètre intérieur min. déclaré mm	Masse nominale* kg/m
250	271,1	272,1	90	N/A	N/A	N/A	5,9	258,2	10,8
300	323,5	324,5	120	5,0	312,3	9,8	6,2	310,0	11,9
350	375,4	376,4	120	5,7	362,8	12,9	7,1	360,0	16,2
400	426,3	427,3	120	6,3	412,5	16,6	8,1	409,0	21,0
450	477,2	478,2	120	7,0	462,0	20,5	9,0	458,1	26,5
500	529,1	530,1	120	7,7	512,5	25,1	9,9	508,1	32,7
600	616,0	617,0	120	8,8	597,1	33,7	11,6	591,7	44,8
700	718,0	719,0	120	10,2	696,4	45,6	13,5	689,9	61,3
800	820,0	821,0	120	11,6	795,7	59,4	15,2	788,5	78,5
900	922,0	923,0	120	13,0	894,9	75,3	17,1	886,7	100,3
1000	1024,0	1025,0	120	14,3	994,2	92,4	18,7	985,5	124,0
1100	1126,0	1127,0	120	15,6	1 093,6	111,5	20,5	1 083,9	150,1
1200	1228,0	1229,0	120	17,0	1 192,8	132,2	22,2	1 182,5	177,8
1300	1330,0	1331,0	120	18,4	1 292,1	155,0	24,0	1 280,9	208,5
1400	1432,0	1433,0	120	19,7	1 391,5	178,9	25,8	1 379,3	241,2
1500	1534,0	1535,0	120	21,0	1 490,8	204,8	27,5	1 477,9	275,8
1600	1636,0	1637,0	120	22,4	1 590,1	232,8	29,3	1 576,2	314,2
1700	1738,0	1739,0	120	23,7	1 689,4	262,6	31,0	1 674,8	353,6
1800	1840,0	1841,0	120	25,1	1 788,7	294,1	32,8	1 773,2	396,3
1900	1942,0	1943,0	120	26,4	1 888,0	327,1	34,5	1 871,9	441,3
2000	2044,0	2045,0	120	27,8	1 987,4	361,1	36,3	1 970,2	487,6
2100	2146,0	2147,0	120	29,1	2 086,7	398,5	38,1	2 068,6	537,5
2200	2248,0	2249,0	120	30,4	2 186,0	437,1	39,9	2 167,1	589,5
2300	2350,0	2351,0	120	31,8	2 285,3	478,0	41,6	2 265,6	643,2
2400	2452,0	2453,0	120	33,1	2 384,6	519,6	43,4	2 364,1	699,4
2500	2554,0	2555,0	120	34,5	2 483,9	563,9	45,2	2 462,5	759,6
2600	2656,0	2657,0	120	35,8	2 583,3	609,4	47,0	2 560,9	821,4
2700	2758,0	2759,0	120	37,1	2 682,6	656,5	48,7	2 659,4	885,0
2800	2860,0	2861,0	120	38,5	2 781,9	705,4	50,5	2 757,8	951,8
2900	2962,0	2963,0	120	39,8	2 881,2	756,6	52,2	2 856,4	1 018,8
3000	3064,0	3065,0	120	41,1	2 980,6	809,0	54,0	2 954,8	1 090,9

valeur indicative pour la manutention

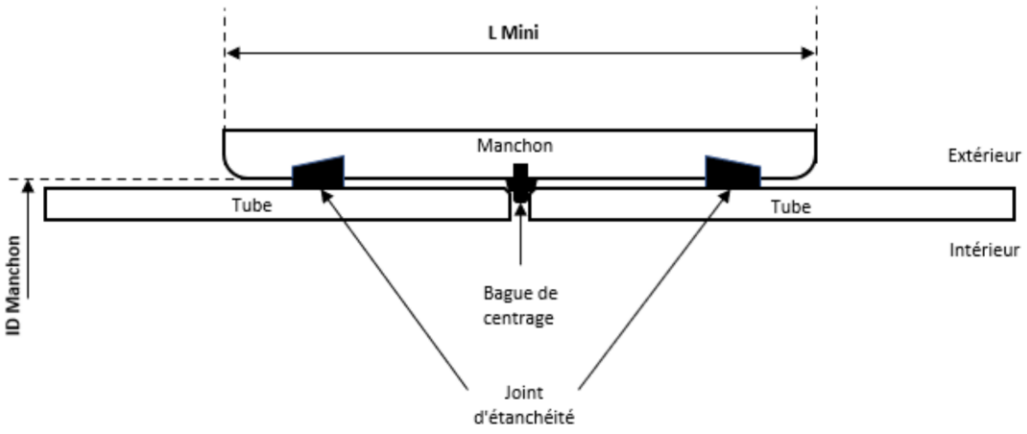


Figure 2 - Manchons SUBOR SP

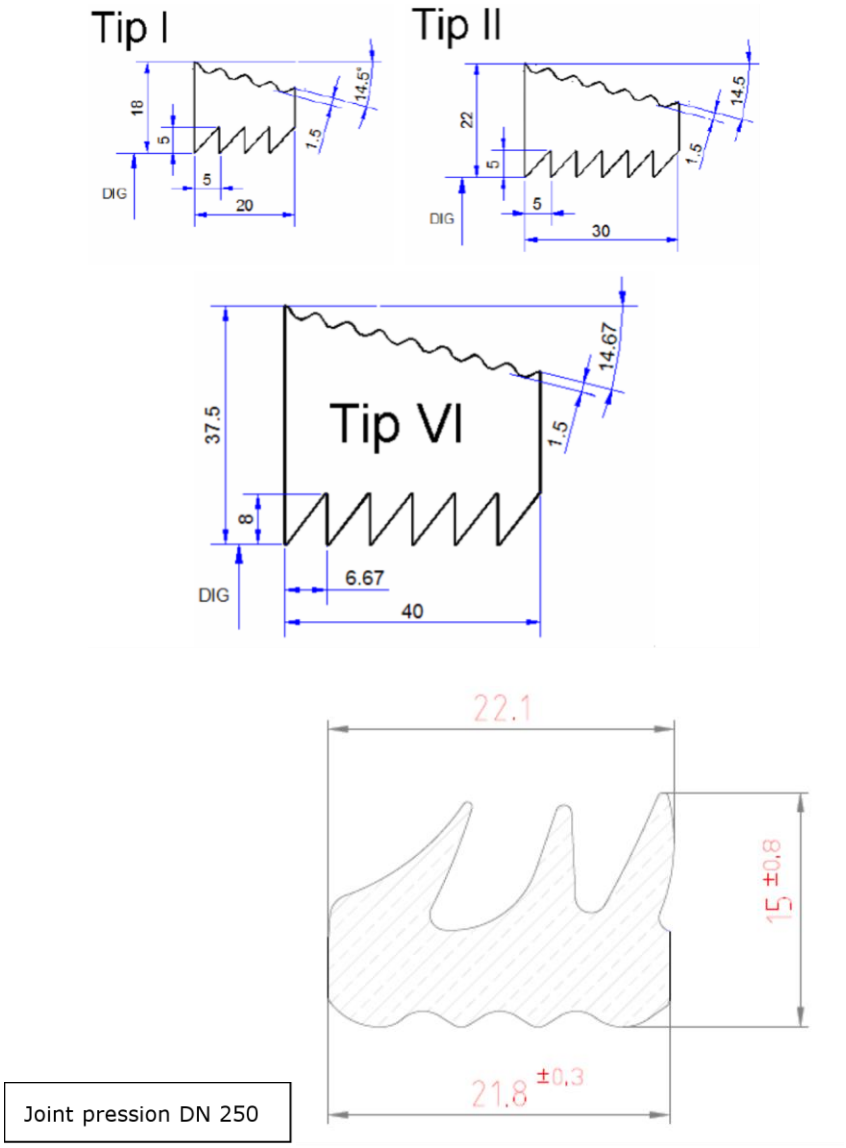


Figure 3 - Joints d'étanchéité pour Manchon pression

Tableau 4 - Caractéristiques dimensionnelles des manchons pour SUBOR SP PN6

DN	Di mini (mm)	Di maxi (mm)	e mini (mm)	L mini (mm)	Poids approx. kg/pièce*
250	273,6	274,6	19,9	175	5,6
300	326,0	327,0	19,5	270	10,9
350	377,9	378,9	19,4	270	12,4
400	428,8	429,8	19,4	270	14,0
450	479,7	480,7	19,2	270	15,6
500	531,6	532,6	19,2	270	17,2
600	618,5	619,5	22,4	330	28,6
700	720,5	721,5	22,1	330	32,8
800	822,5	823,5	22,0	330	37,1
900	924,5	925,5	22,5	330	42,5
1000	1026,5	1027,5	23,0	330	48,1
1100	1128,5	1129,5	23,4	330	53,5
1200	1230,5	1231,5	23,6	330	58,9
1300	1332,5	1333,5	23,9	330	64,5
1400	1434,5	1435,5	24,1	330	69,9
1500	1536,5	1537,5	24,3	330	75,4
1600	1638,5	1639,5	24,5	330	81,2
1700	1740,5	1741,5	24,7	330	86,9
1800	1842,5	1843,5	25,0	330	92,7
1900	1944,5	1945,5	25,2	330	98,4
2000	2046,5	2047,5	25,4	330	104,3
2100	2148,5	2149,5	25,6	330	110,4
2200	2250,5	2251,5	25,8	330	116,5
2300	2352,5	2353,5	25,9	330	122,5
2400	2454,5	2455,5	26,1	330	128,7
2500	2556,5	2557,5	26,3	330	135,1
2600	2660,5	2661,5	34,2	360	199,5
2700	2762,5	2763,5	34,5	360	209,0
2800	2864,5	2865,5	34,9	360	218,8
2900	2966,5	2967,5	35,2	360	228,5
3000	3068,5	3069,5	35,4	360	238,2

Tableau 5 - Caractéristiques dimensionnelles des manchons pour SUBOR SP PN10

DN	Di mini (mm)	Di maxi (mm)	e mini (mm)	L mini (mm)	Poids approx. kg/pièce*
250	273,6	274,6	19,9	175	5,6
300	326,0	327,0	19,9	270	11,1
350	377,9	378,9	20,0	270	12,8
400	428,8	429,8	20,1	270	14,5
450	479,7	480,7	20,0	270	16,3
500	531,6	532,6	19,9	270	17,9
600	618,5	619,5	23,1	330	29,6
700	720,5	721,5	23,3	330	34,5
800	822,5	823,5	24,1	330	40,6
900	924,5	925,5	24,8	330	46,8
1000	1026,5	1027,5	25,4	330	53,1
1100	1128,5	1129,5	25,9	330	59,5
1200	1230,5	1231,5	26,4	330	66,0
1300	1332,5	1333,5	26,8	330	72,4
1400	1434,5	1435,5	27,3	330	78,8
1500	1536,5	1537,5	27,6	330	85,5
1600	1638,5	1639,5	28,0	330	92,3
1700	1740,5	1741,5	28,4	330	99,3
1800	1842,5	1843,5	28,7	330	106,2
1900	1944,5	1945,5	29,5	330	114,9
2000	2046,5	2047,5	30,3	330	124,2
2100	2148,5	2149,5	31,0	330	133,6
2200	2250,5	2251,5	31,6	330	142,6
2300	2352,5	2353,5	32,2	330	151,7
2400	2454,5	2455,5	32,8	330	161,1
2500	2556,5	2557,5	33,3	330	170,2
2600	2660,5	2661,5	39,5	360	230,6
2700	2762,5	2763,5	39,9	360	241,4
2800	2864,5	2865,5	40,2	360	252,0
2900	2966,5	2967,5	40,4	360	262,7
3000	3068,5	3069,5	40,7	360	273,2

****valeur indicative pour la manutention***