17.2/13-272_V4

Valide du **09 août 2023**

au **31 août 2028**

Sur le procédé

Hobas

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

Titulaire(s) : Société AMIBLU FRANCE SAS

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
V4	Cette version annule et remplace l'Avis Technique 17.2/13-272_V4. Les principales modifications sont : • Mise à jour des dimensions des biellettes • Mise à jour d'un contrôle en production.	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

Descripteur :

Les tubes d'assainissement Hobas sont fabriqués en polyester renforcé de fibres de verre (PRV), et assemblés par manchons.Ils répondent aux principales caractéristiques suivantes :3 séries de diamètres nominaux (DN/OD) :série B1 (spécifique aux accessoires en PRV) : DN/OD 600 à 3200,série B2 (spécifique aux accessoires en fonte) : DN/OD 200 à 500,série BS (dimensions nominales spécifiques) : DN/OD 550, 650, 750, 860, 960, 1099, 1280, 1499, 1535, 1720, 1937, 2160, 2400, 2555, 2999 et 3600.36 diamètres nominaux : DN/OD 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 860, 900, 960, 1000, 1099, 1200, 1280, 1400, 1499, 1535, 1600, 1720, 1800, 1937, 2000, 2160, 2200, 2400, 2400, 2555, 2999, 3200 et 3600.4 rigidités nominales : SN 5 000, 10 000, 16 000 et 20 000.4 pressions nominales : PN1, 6, 10 et 16 (en fonction des DN et SN).3 longueurs de livraison : 2, 3 ou 6 m.En association à ces tubes, il existe des accessoires : branchements, coudes, culottes, cônes, selles de branchements.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification 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 5
1.2.3. Impacts environnementaux 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5
1.4. Annexe de la partie Avis du Groupe Spécialisé 7
2. Dossier Technique 8
2.1. Mode de commercialisation 8
2.1.1. Coordonées 8
2.1.2. Idenification 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 10
2.3.1. Rigidité annulaire spécifique initiale 10
2.3.2. Rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées 10
2.3.3. Résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement 11
2.3.4. Résistance ultime à la rupture à long terme en condition de fléchissement 11
2.3.5. Résistance spécifique initiale en traction longitudinale. 11
2.3.6. Rupture initiale et pression intérieure de courte durée 11
2.3.7. Pression de rupture à long terme 11
2.3.8. Résistance de rupture en pression cyclique 11
2.3.9. Etanchéité à l'eau 11
2.3.10. Résistance à la corrosion sous déformation 12
2.3.11. Température de fléchissement sous charge 12
2.3.12. Résistance à l'abrasion 12
2.3.13. Comportement au curage 12
2.3.14. Coefficient de dilatation thermique 12
2.4. Dispositions de conception 12
2.4.1. Dimensionnement mécanique 12
Etats Limites Ultimes (ELU) : 12
Etats Limites de Service (ELS) : 13
2.4.2. Dimensionnement hydraulique 13
2.5. Conditionnement, manutention et stockage 13
2.5.1. Conditionnement 13
2.5.2. Transport et stockage 13
2.6. Dispositions de mise en œuvre 13
2.6.1. Assemblage 13
2.6.2. Pose en tranchée 14
2.6.3. Réalisation des branchements sur conduites gravitaires 14
2.6.4. Assemblage de conduites gravitaires sur regard en béton 14

2.7. Maintien en service du produit ou procédé 15
2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 15
2.8.1. Mode de fabrication 15
2.8.2. Contrôles internes 16
2.8.3. Contrôles externes 16
2.9. Mention des justificatifs 16
2.9.1. Résultats expérimentaux 16
2.9.2. Références chantiers 17
2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 17

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 Hobas, sont destinées à transporter gravitairement ou 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 Hobas sont conformes aux exigences minimales telles que définies dans la norme NF EN ISO 23856 à l'exception des diamètres de la série BS conformes aux exigences de la norme NF EN 476.

Les essais effectués ainsi que les références fournies 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 Hobas 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.

1.2.2. Durabilité

Le matériau constitutif des tubes Hobas (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 30 ans.

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

Le traitement des découpes et abouts usinés sur chantier dans les conditions prévues au Dossier Technique confère aux tubes, ainsi préparés, une durabilité comparable à celle des abouts traités en usine.

Les nombreux essais de laboratoire réalisés sur le produit, tant chez le demandeur (avec ou sans contrôle extérieur) qu'au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, ont confirmé ces appréciations.

Les canalisations Hobas ne réclament pas d'entretien autre que l'entretien classique 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 « Hobas » ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE)

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.

- Pour les réseaux d'assainissement gravitaire, les changements de direction, de pente, ou de diamètre doivent être réalisés à l'intérieur même d'un regard. La mise en œuvre de coudes et tés pour la constitution d'un réseau gravitaire peut :
    - diminuer la capacité hydraulique de celui-ci,
    - accroître les risques d'obstruction,
    - limiter les possibilités d'entretien et d'investigation par caméra.

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

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

1.4. Annexe de la partie Avis du Groupe Spécialisé

		PN1				PN6				PN10				PN16			
DN	OD	SN 5000	SN 10000	SN 16000	SN 20000	SN 5000	SN 10000	SN 16000	SN 20000	SN 5000	SN 10000	SN 16000	SN 20000	SN 5000	SN 10000	SN 16000	SN 20000
200	220	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x
250	272	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x
300	324	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x
350	376	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
400	427	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
450	478	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
500	530	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	550	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
600	616	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	650	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
700	718	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	750	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
800	820	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	860	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
900	924	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	960	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1000	1026	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1099	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1200	1229	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1280	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1400	1434	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1499	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1535	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1600	1638	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1720	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1800	1842	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	1937	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
2000	2047	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	2160	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
2200	2250	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	2400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
2400	2453	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	2555	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
x	2999	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
3200	3270	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
x	3600	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 1 : Combinaisons DN/PN/SN

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. Coordonées

Titulaire(s) : AMIBLU France SAS
Parc Saint Christophe
10 Avenue de l'Entreprise
FR-95865 Cergy Pontoise Cedex
Tél. : 01.34.35.66.10
E-mail : france@amiblu.com
Internet : www.amiblu.com

Usine(s) : Ilfov (RO)

2.1.2. Idenification

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

- le logo Hobas,
- la matière UP-GF,
- l'identification des composants,
- le diamètre nominal et la série (B1, B2 ou BS),
- la rigidité annulaire (SN),
- la pression nominale,
- la longueur,
- le n° d'ordre du tube et la date de fabrication,
- le logo QB suivi de la référence du certificat.

2.1.3. Mode de commercialisation

La commercialisation du système est assurée en France par AMIBLU France SAS.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les tubes PRV « Hobas » en résine polyester UP de diamètre DN/OD 200 à 3600 sont destinés au transport, avec ou sans pression, des effluents domestiques, pluviaux.

Les tubes sont assemblés au moyen de manchons permettant d'assurer une liaison de type flexible sans reprise des effets de fond.

Ils répondent aux principales caractéristiques suivantes :

- 3 séries de diamètres nominaux (DN/OD) :
  - série B1 (spécifique aux accessoires en PRV) : DN/OD 600 à 3200,
  - série B2 (spécifique aux accessoires en fonte) : DN/OD 200 à 500,
  - série BS (dimensions nominales spécifiques) : DN/OD 550, 650, 750, 860, 960, 1099, 1280, 1499, 1535, 1720, 1937, 2160, 2400, 2555, 2999 et 3600.
- 36 diamètres nominaux : DN/OD 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 860, 900, 960, 1000, 1099, 1200, 1280, 1400, 1499, 1535, 1600, 1720, 1800, 1937, 2000, 2160, 2200, 2400, 2400, 2555, 2999, 3200 et 3600.
  - 4 rigidités nominales : SN 5 000, 10 000, 16 000 et 20 000.
  - 4 pressions nominales : PN1, 6, 10 et 16 (en fonction des DN et SN).
  - 3 longueurs de livraison : 2, 3 ou 6 m.

Les tubes sont désignés par le diamètre nominal conformément à la série DN/OD (diamètres extérieurs) au sens des normes :

- NF EN ISO 23856 pour les tubes de la série B1 (spécifiques aux tubes en PRV) et B2 (spécifiques aux tubes en fonte),
- NF EN 476 pour les tubes de la série BS. Ces tubes correspondent à des dimensions nominales spécifiques.

Les classes de rigidité annulaire spécifique initiale (SN) des tubes Hobas sont SN 5000, 10000, 16000 et 20000.

Les classes de pression nominale (PN) sont PN 1 (gravitaire), PN 6, PN 10 et PN 16 (Tableau 1) :

PN	6	10	16
Pression de Fonctionnement Admissible (PFA)	6	10	16
Pression Maximale Admissible (PMA)	6	10	16
Pression d'Epreuve Admissible sur chantier (PEA)	7,5	12,5	20

Tableau 2 : PFA ; PMA et PEA

Les classes de pression peuvent être combinées avec les classes de rigidité (Voir Tableau 1).

Le référentiel de base qui s'applique aux tubes et raccords « Hobas » 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 polyester non saturée (résine UP) suivant NF EN 13121-1 groupe 1B - tableau 2,

2.2.2.2. Renforcement

Fibres de verre de type E ou C coupées selon les normes NF EN ISO 23856.

2.2.2.3. Charges

Sable de quartz (éventuellement combiné à du carbonate de calcium, carbonate de magnésium ou hydroxyde d'aluminium de granulométrie maximale 0,2 mm) de granulométrie de 0,1 à 1 mm (courbe granulométrique déterminée au moyen d'un tamis en toile),

2.2.2.4. Autre

Colorants éventuels

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'extérieur vers l'intérieur) :

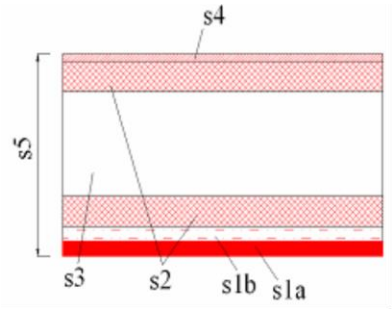

Figure 1 : Schéma de principe de la structure des tubes « Hobas »

- Couche extérieure (s4) de protection, constituée principalement de charges et de résine résistante aux conditions extérieures, et d'épaisseur 1 mm environ (minimum 0,5 mm).
- Couches internes : couches structurelles (s2 + s3) - combinant résine UP, fibres de verre et charges - associées à une couche barrière (s1b) constituée d'une combinaison de résine UP et fibre de verre d'épaisseur minimale 1,5 mm.
- Couche intérieure de finition ou « liner » (s1a), en résine thermodurcissable pure et d'épaisseur minimale 1 mm.

2.2.3.2. Aspect, état de finition

La surface extérieure est lisse, de la couleur naturelle de la charge de sable. La surface intérieure est lisse. La paroi est opaque et de couleur dépendant essentiellement de celles des charges et des résines utilisées.

Des colorants peuvent être utilisés pour le liner (couleur ivoire) ou pour la couche extérieure de protection. Ces colorants n'affectent pas la résistance mécanique du tube.

2.2.3.3. Caractéristiques géométriques

2.2.3.3.1. Caractéristiques dimensionnelles et poids des tubes et manchons

Les caractéristiques dimensionnelles spécifiques aux tubes « Hobas » figurent tableaux 9 et 10 en annexe.

Les caractéristiques complémentaires (épaisseurs, diamètres intérieurs déclarés et masses minimales des tubes) figurent dans les tableaux 10 et 11 en annexe. Les masses indiquées sont calculées à partir d'une masse volumique de 2 g.cm $^{-3}$ en considérant l'épaisseur minimale de la paroi e_{min}.

Les caractéristiques des manchons FWC sont décrites dans le tableau 12 en annexe.

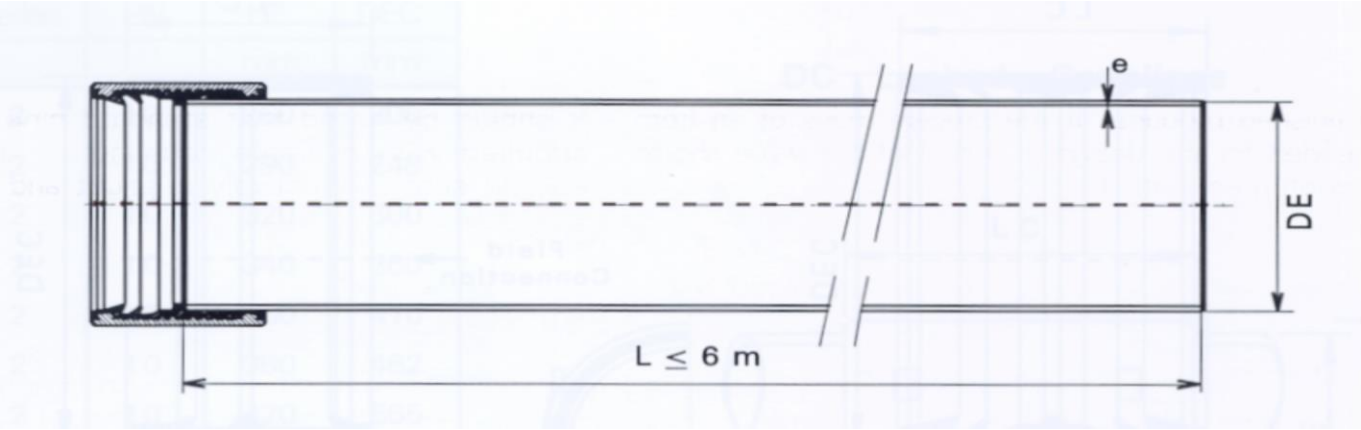

Figure 2 : Schéma de principe du tube avec joint FWC monté

2.2.3.3.2. Caractéristiques dimensionnelles des raccords

Les dimensions des raccords sont les suivantes :

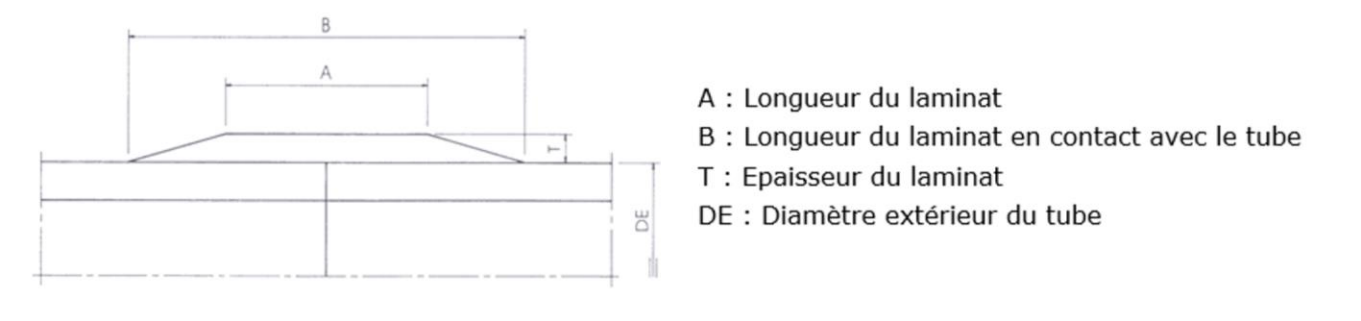

Figure 3 : Schéma de principe du laminat

Les pièces de raccord « Hobas » sont les suivantes :

- coudes,
- culottes et tés,
- réductions,
- selles de branchements,
- raccordements à bride.

2.3. Caractéristiques mécaniques

2.3.1. Rigidité annulaire spécifique initiale

La rigidité annulaire spécifique initiale SN (ou RASi) est déterminée suivant la norme ISO7685 (Voir tableau 3) Les valeurs correspondant aux tubes « Hobas » sont les suivantes :

Rigidité annulaire spécifique minimale (N/m²)
5 000
10 000
16 000
20 000

Tableau 3 : Rigidités annulaires spécifiques initiales

2.3.2. Rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées

La rigidité annulaire spécifique à long terme est déterminée suivant la norme ISO 10468.

Les rigidités annulaires spécifiques à long terme SN50 ou RASv (à 50 ans) minimales à considérer correspondent aux valeurs données dans le tableau 4.

RASi (N/m²)	Rigidité annulaire spécifique à long terme en conditions mouillées RASv (N/m²)	
	Pression nominale	
	Gravitaire et PN6	PN > 6
5 000	**2000**	**2750**
10 000	**4000**	**5500**
16 000	**6400**	**8800**
20 000	**8000**	**11000**

Tableau 4 : Rigidités annulaires spécifiques à long terme

2.3.3. Résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement

L'essai est effectué suivant la norme ISO 10466. Les spécifications figurent dans la norme NF EN ISO 23856 (Tableau 5) :

Rigidité nominale	SN 5 000	SN 10 000	SN 16 000	SN 20 000
Limite A	11,3 %	9 %	7,7 %	7,1 %
Limite B	18,9 %	15 %	12,9 %	11,9 %

Tableau 5 : Déflexions annulaires initiales minimales

Critères à satisfaire :

- Limite A : pas de détérioration visible aux surfaces du tube,
- Limite B : correspond à l'atteinte d'un état limite avant rupture de la paroi du tube à court-terme. On peut en déduire les sollicitations limites d'allongement à court-terme garanties sans détérioration de la paroi du tube.

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

L'essai d'écrasement diamétral de longue durée est effectué suivant la norme ISO 10471.

Les tubes doivent au moins pouvoir atteindre les déformations verticales données dans le tableau 6 en % selon les spécifications figurant dans la norme NF EN ISO 23856 :

Rigidité nominale	SN 5 000	SN 10 000	SN 16 000	SN 20 000
Limite C	11,3 %	9 %	7,7 %	7,1 %

Tableau 6 : Déflexions annulaires initiales minimales

- Critères à satisfaire pour la limite C : valeur de longue durée extrapolée à 50 ans sans détérioration à partir d'un essai de 10 000 h (essai de type). Cette limite correspond à l'atteinte d'un état limite avant rupture de la paroi du tube à long terme. On peut en déduire les sollicitations limites d'allongement à long terme garanties sans détérioration de la paroi du tube.

2.3.5. Résistance spécifique initiale en traction longitudinale.

La résistance spécifique initiale des tubes « Hobas » est conforme aux spécifications de la norme NF EN ISO 23856.

2.3.6. Rupture initiale et pression intérieure de courte durée

L'essai est réalisé selon la norme ISO 8521 méthodes A, B, C, D, E ou F.

La pression de rupture à courte durée (rupture par éclatement ou par inétanchéité des tubes) doit au moins correspondre à 4 fois la PN (valeur moyenne) avec un minimum de 3,5 fois la PN.

2.3.7. Pression de rupture à long terme

L'essai est effectué selon la norme NF EN 1447.

La pression de rupture à long terme des tubes (rupture par éclatement ou par perlage) permet la détermination de FS_{min} et FS_d (facteurs de sécurité) dont les valeurs correspondent aux minimums figurant dans la norme NF EN ISO 23856.

2.3.8. Résistance de rupture en pression cyclique

L'essai est effectué selon la norme ISO 15306.

Le tube soumis à 106 cycles de mise en pression d'amplitude 0,75 à 1,25 fois la PN. Aucune rupture de paroi ou perlage ne doit survenir.

2.3.9. Etanchéité à l'eau

Les tubes « Hobas » sont étanches dans les conditions de la norme NF EN ISO 23856 telles que définies tableaux 22 et 25 et les déviations angulaires suivantes (Tableau 7).

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

Tableau 7 : Déviation angulaire admissible

2.3.10. Résistance à la corrosion sous déformation

Les essais sont menés conformément à la norme NF EN 1120 ou ASTM D-3681 considérées comme équivalentes.

La résistance à la corrosion déterminée selon la norme ASTM D-3681 (éprouvettes soumises à l'effet d'une solution d'acide sulfurique à un pH de 0,1) permet de déclarer un allongement maximum admissible à long terme de 1,0 %. Le niveau d'allongement est calculé en fonction de l'ovalisation imposée.

2.3.11. Température de fléchissement sous charge

Les résines utilisées ont une température de fléchissement sous charge d'au moins 70°C selon la norme NF EN ISO 75-2 méthode A.

Les canalisations « Hobas » sont dimensionnées pour une température maximale en service de 35°C.

2.3.12. Résistance à l'abrasion

Des essais de type menés selon la méthode de l'Institut de Darmstadt sur différents diamètres ont montré que les produits testés présentent des niveaux de dégradation de surface très faibles : perte d'épaisseur inférieure à 0,30 mm après 100 000 cycles (200 000 glissements) et dans tous les cas inférieure à 0,5 mm après 200 000 cycles.

Ces résultats ont été vérifiés avec du corindon de granulométrie similaire et de grade F4 selon la norme ISO 8486-1.

2.3.13. Comportement au curage

Un essai de comportement au curage a été mené dans les conditions de la norme DIN 19523.

2.3.14. Coefficient de dilatation thermique

Le coefficient de dilatation thermique axial est inférieur à 35.10^{-6} °C^{-1} (tubes, raccords, laminats).

2.4. Dispositions de conception

2.4.1. Dimensionnement mécanique

2.4.1.1. Tubes gravitaires

Les tubes PRV gravitaires sont dimensionnés sur le plan mécanique selon la méthode du Fascicule 70-1. Le défaut de forme eo (m) correspond à l'ovalisation du tube au repos et aux tolérances de fabrication :

$$e_O = 0{,}2337 \frac{\rho \cdot e.(Dext - e)}{16.RAS_i}$$

Avec :

- ρ : Poids volumique du matériau PRV (N/m^3)
- e : Épaisseur de la paroi du tube (m)
- Dext : Diamètre extérieur du tube (m)
- RASi : Rigidité annulaire spécifique initiale en N/m^2

Le coefficient de Poisson ν du matériau à prendre en compte est de 0,26.

Les principaux critères retenus sont les suivants :

Etats Limites Ultimes (ELU) :

Vérification du non-flambement à court terme et à long terme avec facteur de sécurité mini de 2,5.

Vérification de la résistance mécanique en comparant les allongements maxi calculés à court terme et à long terme :

$$\varepsilon_{ult} = (Mult.e) / (2.Dm^3.RAS)$$

avec les charges majorées et ceux ε_r calculés à partir des limites B et C (limites de résistance contrôlée décrites au § 2.3.3 et § 2.3.4).

L'allongement limite ε_r minimum garanti résultant d'un essai d'ovalisation peut être en effet calculé selon la formule suivante :

$$\varepsilon_r = \frac{4.28 \times e}{Dm} \times \frac{OV}{(1 + 0.005 \times 0V)^2}$$

avec :

- e : épaisseur du tube (mm)
- OV : ovalisation d'essai imposée au tube en % (limite B pour le CT et limite C pour le LT)
- Dm : diamètre moyen du tube (mm)
- ε_r : allongement maximal calculé pour l'ovalisation d'essai OV (en %).

- À court terme avec limite B, on obtient l'allongement minimal garanti avant rupture εrLT,
- À long terme avec la limite C on obtient l'allongement minimal garanti avant rupture εrLT,
- On vérifie que $\gamma_m \times \varepsilon_{ult} \leq \varepsilon_r$ à CT (avec $\varepsilon_r = \varepsilon_{rCT}$) et à LT (avec ε_r = εrLT) avec : γ_M = 1,2 pour le non visitable et 1,32 pour le visitable.

  Etats Limites de Service (ELS) :

Ovalisation calculée à CT ≤ 4 % pour les SN 5 000 et 10 000 et 3,2% pour les SN16000 et 20 000.

Ovalisation calculée à LT ≤ 6 % pour les SN 5 000 et 10 000 et 4,8% pour les SN16000 et 20 000.

2.4.1.2. Tubes pour canalisations de refoulement

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

- Calcul du tube vide : les prescriptions du fascicule 70-1 sont appliquées.;
- Calcul du tube soumis aux effets combinés de la pression intérieure Pmax (pression maximale de service) et des charges de terres et d'exploitation selon l'approche développée dans le rapport technique ISO TR 10465-3.

2.4.2. Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique des réseaux gravitaires constitués de tubes Hobas doit être réalisé conformément à la norme NF EN 752 sur la base des données de l'Instruction Technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations de juin 1977 et en prenant en compte les valeurs de diamètres intérieurs annoncés.

La conception hydraulique des réseaux sous pression doit prendre en compte les critères figurant en annexe A de la norme NF EN 805 (§ A2, A9, A 10 et A 11).

2.5. Conditionnement, manutention et stockage

2.5.1. Conditionnement

Les tubes « Hobas » sont prémanchonnés ou non en usine et sont livrés prêts à l'emploi. En général les tubes sont livrés en fardeaux jusqu'au DN 1200.

Dans chaque fardeau, les lits de tubes sont séparés par des bois, et des cales sont disposées sur chaque bois pour faciliter l'ouverture des fardeaux.

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 France et après accord formalisé entre le fournisseur et l'utilisateur.

Les raccords sont généralement livrés conditionnés sur palettes ou en vrac, selon leurs dimensions.

2.5.2. Transport et stockage

Pour le transport, la manutention et le stockage des tubes « Hobas », les précautions habituelles doivent être respectées :

- Stocker sur des aires planes,
- Eviter le contact des manchons avec le sol,
- Le stockage à l'extérieur de longue durée (supérieure à 6 mois) sans protection des élastomères est proscrit.

En cas de livraison de tubes livrés emboités les uns dans les autres, des précautions particulières doivent être prises sur chantier lors de leur désemboîtement qui doit se faire selon une procédure fournie par AMIBLU France.

Le désemboîtement se fait à l'aide du bras d'un chariot élévateur protégé par un fourreau en matériau de type PVC ou polyéthylène. Ce conditionnement ne peut être assuré que par AMIBLU France et après accord formalisé entre le fournisseur et l'utilisateur.

2.6. Dispositions de mise en œuvre

Celle-ci doit être effectuée dans les conditions définies dans les Fascicules 70-1 et 71 et au Guide de pose édité par AMIBLU France.

2.6.1. Assemblage

L'assemblage des tubes peut se faire de la manière suivante :

- Nettoyer les extrémités du tube et le joint élastomère,

- Lubrifier le joint et la surface extérieure de l'about mâle du tube à l'aide de la pâte à joint lubrifiante fournie,
- Les deux éléments étant alignés, les emboîter jusqu'à la butée à la barre à mine ou à l'aide du godet de la pelle en prenant soin d'interposer une pièce de bois entre le tube et la barre à mine ou le godet. L'utilisation de « tirfors » est également possible. L'emboîtement s'effectue jusqu'au repère figurant sur le tube.

Sur chantier, des tubes courts peuvent être réalisés en coupant un tube dans un plan perpendiculaire à son axe à l'aide d'une tronçonneuse à disque pour matériaux non ferreux, puis à l'aide d'une meuleuse on réalise le chanfrein de hauteur 3 à 5 mm et d'angle 25 à 35°. L'enduction de la tranche de découpe à l'aide de la résine mono composant (fournie à cet effet) est requise pour les effluents non domestiques.

2.6.2. Pose en tranchée

Les règles de base pour la pose en tranchée des tubes « Hobas » sont celles définies dans le Fascicule 70-1 pour les conduites flexibles. Le choix de la rigidité annulaire spécifique initiale SN est conditionné par le niveau attendu des charges de terres, de nappe et d'exploitation et les conditions de mise en œuvre.

Les dispositions complémentaires ci-après sont à respecter :

- Lit de pose et enrobage : on veillera à employer, notamment dans les cas de pose sous circulation roulante, des matériaux de granulométrie inférieure à 20 mm pour DN 200 à 500, 25 mm pour DN 600 à 900, 31,5 mm pour DN 1 000 à 1 400 et 50 mm au-delà. En cas de pose en présence de nappe phréatique retenir des matériaux de type G1 ou des « gravettes » avec géotextile en cas de risque de contamination.
- Compactage : sous charges roulantes, veiller à réaliser un compactage de type Compacté-Contrôlé ou Compacté-Contrôlé-Vérifié au minimum de niveau q5 pour la zone d'enrobage et, comme pour tout type de canalisations, conforme à la norme NF 98 331, pour la zone située au-dessus de l'enrobage.

2.6.3. Réalisation des branchements sur conduites gravitaires

Plusieurs solutions sont envisageables :

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

2.6.4. Assemblage de conduites gravitaires sur regard en béton

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

- Utilisation de dispositifs de type Forsheda 910 adaptés au diamètre extérieur du tube PRV ou d'un manchon PRV spécial à sceller (Figure 4) avec des mortiers sans retrait à base de ciments ou de résine. Le dispositif peut être prévu avec biellette de liaison (tube court assurant une flexibilité accrue au droit du scellement).

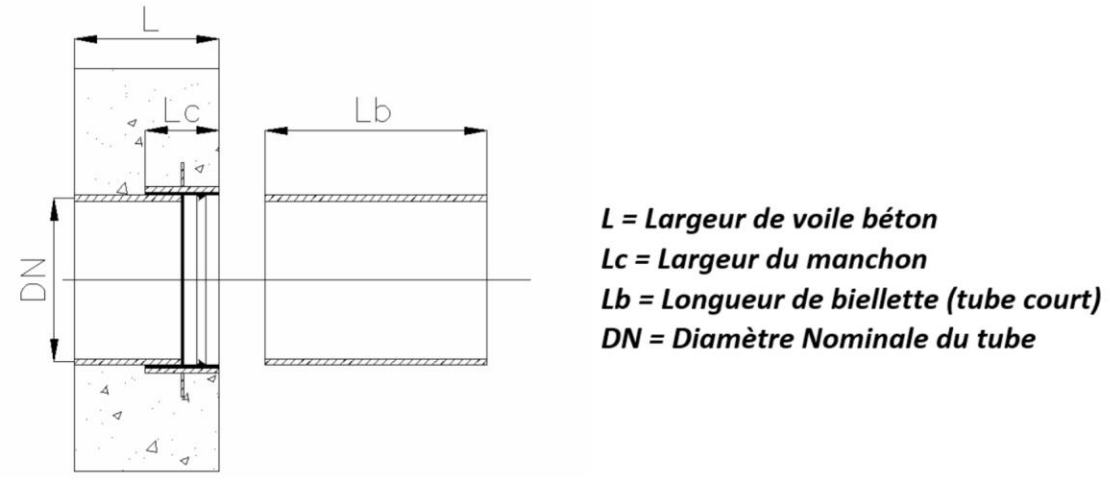

Figure 4 : Schéma de principe manchon PRV à sceller

- La longueur minimum Lb (mm) de la biellette est indiquée dans le tableau 8 ci-après :

DN (mm)	Longueur recommandée Lb de la biellette (mm)*
200 - 400	500
500 - 900	1000
1000 - 1400	2000
1500 - 3000	3000
3270 - 3600	3600

* La longueur doit être comprise entre 1xDN et 2xDN et de 500 à 3600 mm

Tableau 8 : Longueur des biellettes de raccordement

- Mise en œuvre d'une manchette PRV ou d'un manchon FWC spécial à sceller avec des mortiers sans retrait à base de ciments ou de résine (figure 5). Le dispositif peut être prévu avec biellette de liaison. La longueur Lm (mm) de la manchette est :
  - pour les diamètres inférieurs ou égaux à DN 1100, Lm = 1 m
  - pour les diamètres supérieurs à DN 1100, Lm = 1,5 m
- Ce système peut être utilisé pour raccordement oblique. Dans ce cas, la longueur Lm de la manchette peut être augmentée.

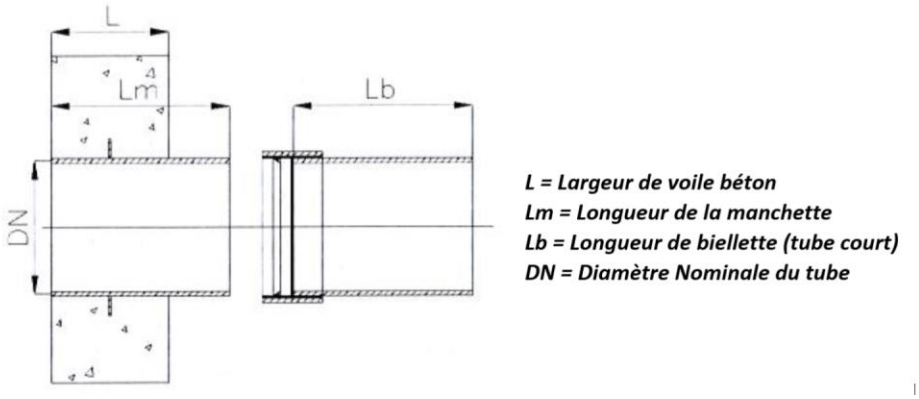

Figure 5 : Schéma de principe Manchette PRV à sceller

2.7. Maintien en service du produit ou procédé

Les tubes « Hobas » peuvent être hydrocurés avec une pression de curage hydraulique maximale de 100 bars pour un débit de 280 l/min (selon conditions usuelles décrites article 4.3 de la norme DIN 19523).

Les outils de nettoyage occasionnant des chocs (par exemple curage par chaînes) sont à proscrire.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Mode de fabrication

2.8.1.1. Tubes

Les tubes « Hobas » sont fabriqués par centrifugation, référencée classe C dans la NF T57-200 « Tubes et raccords en matériaux composites verre-thermodurcissable – Fascicule Général – Description, Classification – Caractéristiques ». Ce procédé est entièrement automatisé.

Dans la matrice en rotation, la résine, le verre et les charges (sable de quartz et autres) sont introduits dans des proportions respectives prédéterminées dans l'ordre fixé par la composition des différentes couches.

La résine est livrée sous forme liquide. Les autres composants, accélérateur, catalyseur, charges et renforts, sont répartis en tête du bras d'alimentation du moule en rotation.

Les fibres de verre sont coupées en tête du bras d'alimentation et déposées dans le sens longitudinal et circonférentiel au moyen d'un dispositif spécial.

Après achèvement de la paroi du tube, la structure est densifiée et débarrassée de son air par centrifugation à haute vitesse. Par ce procédé, on obtient l'étanchéité de la paroi du tube. Après cette phase, la polymérisation est mise en route par chauffage. Une fois la matière polymérisée, la matrice est refroidie et le tube est retiré de son moule.

Les tubes produits par la méthode de centrifugation décrite ci-dessus présentent un diamètre extérieur constant sur toute leur longueur et sont lisses aussi bien extérieurement qu'intérieurement.

Les tubes sont mis à longueur et chanfreinés, avant d'être équipés de leur manchon.

Les tranches des extrémités sont protégées par application de résine après usinage.

Les tubes sont livrés en longueur nominale de 6 m avec tolérance sur la longueur de pose (± 60 mm) selon la norme NF EN ISO 23856 chapitre 5.2.3 (cas le plus courant) ou sous multiples (3 ou 2 m). D'autres longueurs peuvent être convenues au moment de la commande.

2.8.1.2. Manchons

Les manchons de type FWC (Filament Wound Coupling) sont constitués d'une manchette en polyester renforcé de fibres de verre continues et coupées et de tissu en verre. Elles sont produites par bobinage sur un mandrin préalablement équipé de la garniture d'étanchéité en EPDM, NBR ou SBR. Un contre-moule maintient les lèvres de la garniture en position pendant toute l'opération jusqu'au démandrinage après polymérisation aux infrarouges ou aux ultraviolets. L'élastomère utilisé est conforme à la norme EN 681-1 de type WC, classe 50 et de dureté : 55 ± 5 DIDC. Les manchons « Flowtite FSC (type ASC) » peuvent être également utilisés du DN200 au DN3200 uniquement pour des applications gravitaires PN1 des tubes Hobas.

2.8.1.3. Raccords

Les pièces de raccord PRV « Hobas » sont façonnées telles que décrit § 6 de la norme NF EN ISO 23856, fabriquées à partir de tronçons de tubes, de caractéristiques au moins égales à celles des tubes utilisés, laminés (voir Figure 3 ci-dessous).

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 AMIBLU 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

Le système qualité des sites de production est certifié ISO 9001 (2008).

2.8.3.2. Certification produit

Les tubes et raccords « Hobas » 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 (cf. § 2.2.3),
- rigidité annulaire spécifique initiale et résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement (cf. § 2.3.1 et 2.3.3),
- étanchéité (cf. § 2.3.9),
- rupture initiale et pression intérieure de courte durée (cf. § 2.3.6)

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

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

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

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

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Les tubes « Hobas » (ex. « Sewer Line VA ») sont certifiés dans le cadre de la marque QB (ex. CSTBat) depuis 1992. A ce titre ils ont fait l'objet de nombreux essais de types et d'essais réguliers par le CSTB.

Les essais réalisés sont notamment :

- Comportement mécanique à court-terme : (Réf : Hobas Engineering GmbH - BE091_16 – 31/08/2016),
- Comportement mécanique à long terme : (Réf : Hobas Engineering GmbH - BE096_16 – 04/08/2016 ; BE098_15 – 21/09/2015 ; BE021_16 - 03.03.2016; BE023_16 - 01.04.2016; BE138_11rev1 06.04.2012),
- Comportement à l'abrasion : (Réf : Hobas Engineering GmbH - BE024_16 – 01/03/2016),

- Comportement au curage : (Réf : IRO GmbH OIDENBURG-g38019 – 05/02/2016),
- Essai d'étanchéité : (Réf : Hobas Engineering GmbH BE021_15 – 24/02/2015; T-2017-216 Leaktightness test of DN1200 PN1 Flow-tite coupling and Hobas pipe according to EN 1119:2009, ISO 8639:2016 and ASTM D4161:14).
- Essais CSTB - Dimensionnel et comportement mécanique à court terme: CAPE 18-9766.

2.9.2. Références chantiers

Les produits en PRV AMIBLU (ex. HOBAS) sont fabriqués depuis 50 ans et on estime que plus de 60 000 km de tubes ont été posés dans le monde.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

DN	OD	Série
(x)	(x)	(x)
200	220	B2
250	272	B2
300	324	B2
350	376	B2
400	427	B2
450	478	B2
500	530	B2
x	550	BS
600	616	B1
x	650	BS
700	718	B1
x	750	BS
800	820	B1
x	860	BS
900	924	B1
x	960	BS
1000	1026	B1
x	1099	BS
1200	1229	B1
x	1280	BS
1400	1434	B1
x	1499	BS
x	1535	BS
1600	1638	B1
x	1720	BS
1800	1842	B1
x	1937	BS
2000	2047	B1
x	2160	BS
2200	2250	B1
x	2400	BS
2400	2453	B1
x	2555	BS
x	2999	BS
3200	3270	B1
x	3600	BS

Tableau 9 - Séries et diamètres nominaux

			SN 5 000		SN 10 000		SN 16 000		SN 20 000	
DN/OD	**Diamètre extérieur du tube DE (mm)**		**Masse mini. (kg/m)**	**Epaisseur mini. de paroi e_{min} (mm)**	**Masse mini. (kg/m)**	**Epaisseur mini. de paroi e_{min} (mm)**	**Masse mini. (kg/m)**	**Epaisseur mini. de paroi e_{min} (mm)**	**Masse mini. (kg/m)**	**Epaisseur mini. de paroi e_{min} (mm)**
	min	**max**	**min**	**min**	**min**	**min**	**min**	**min**	**min**	**min**
DN 200	220,0	221,0	5,8	**4,2**	7,2	**5,2**	8,6	**6,2**	9,0	**6,5**
DN 250	271,6	272,7	8,7	**5,1**	10,9	**6,4**	13,0	**7,6**	13,5	**7,9**
DN 300	323,5	324,8	12,2	**6**	15,2	**7,5**	17,5	**8,6**	18,1	**8,9**
DN 350	375,4	376,7	16,3	**6,9**	19,8	**8,4**	23,1	**9,8**	24,3	**10,3**
DN 400	426,3	427,6	20,9	**7,8**	24,6	**9,2**	30,0	**11,2**	31,1	**11,6**
DN 450	477,2	478,6	24,3	**8,1**	28,8	**9,6**	34,2	**11,4**	36,9	**12,3**
DN 500	529,1	530,5	28,3	**8,5**	35,2	**10,6**	41,2	**12,4**	43,9	**13,2**
OD 550	548,4	550,0	30,7	**8,9**	38,9	**11,3**	45,1	**13,1**	48,2	**14**
DN 600	615,4	617,0	38,3	**9,9**	48,7	**12,6**	56,5	**14,6**	60,3	**15,6**
OD 650	648,2	649,8	42,4	**10,4**	53,8	**13,2**	62,3	**15,3**	66,8	**16,4**
DN 700	717,4	719,0	51,4	**11,4**	65,4	**14,5**	76,2	**16,9**	81,1	**18**
OD 750	750,6	752,2	56,1	**11,9**	71,7	**15,2**	83,0	**17,6**	86,8	**18,4**
DN 800	819,4	821,0	65,9	**12,8**	84,9	**16,5**	96,3	**18,7**	103,0	**20**
OD 860	859,1	860,7	72,3	**13,4**	93,4	**17,3**	105,8	**19,6**	113,4	**21**
DN 900	923,4	925,0	83,0	**14,3**	105,0	**18,1**	121,8	**21**	130,5	**22,5**
OD 960	958,7	960,3	89,8	**14,9**	112,6	**18,7**	131,3	**21,8**	141,0	**23,4**
DN 1000	1024,6	1027,0	104,3	**16,2**	132,0	**20,5**	152,6	**23,7**	163,5	**25,4**
OD 1099	1097,9	1100,3	119,3	**17,3**	151,1	**21,9**	175,2	**25,4**	187,6	**27,2**
DN 1200	1227,3	1229,7	144,2	**18,7**	188,2	**24,4**	218,2	**28,3**	233,7	**30,3**
OD 1280	1278,7	1281,1	155,9	**19,4**	203,3	**25,3**	236,2	**29,4**	253,1	**31,5**
DN 1400	1432,6	1435,0	194,4	**21,6**	254,7	**28,3**	295,2	**32,8**	316,8	**35,2**
OD 1499	1497,3	1499,7	211,7	**22,5**	277,5	**29,5**	321,7	**34,2**	345,3	**36,7**
OD 1535	1535,0	1537,5	224,7	**23,3**	294,2	**30,5**	340,5	**35,3**	365,5	**37,9**
DN 1600	1636,6	1639,0	255,0	**24,8**	333,2	**32,4**	387,7	**37,7**	414,4	**40,3**
OD 1720	1717,2	1719,6	280,5	**26**	366,8	**34**	426,2	**39,5**	456,4	**42,3**
DN 1800	1840,3	1842,7	320,3	**27,7**	419,7	**36,3**	486,8	**42,1**	522,6	**45,2**
OD 1937	1935,5	1937,9	353,9	**29,1**	464,6	**38,2**	537,5	**44,2**	576,4	**47,4**
DN 2000	2044,3	2046,7	393,0	**30,6**	517,6	**40,3**	599,8	**46,7**	642,2	**50**
OD 2160	2154,6	2157,0	437,3	**32,3**	572,6	**42,3**	666,1	**49,2**	713,4	**52,7**
DN 2200	2247,5	2249,9	473,1	**33,5**	621,3	**44**	723,0	**51,2**	775,3	**54,9**
OD 2400	2394,4	2396,8	541,6	**36**	708,6	**47,1**	824,4	**54,8**	883,1	**58,7**
DN 2400	2449,6	2452,0	564,9	**36,7**	740,3	**48,1**	860,4	**55,9**	923,5	**60**
OD 2555	2556,7	2559,1	613,7	**38,2**	804,8	**50,1**	933,3	**58,1**	1002,4	**62,4**
OD 2999	2998,1	3000,1	881,6	**46,8**	1102,0	**58,5**	1282,8	**68,1**	1375,1	**73**
DN 3200	3270,0	3272,0	1047,8	**51**	1308,8	**63,7**	1520,4	**74**	1631,4	**79,4**
OD 3600	3600,0	3602,0	1264,4	**55,9**	1583,4	**70**	1839,0	**81,3**	1974,7	**87,3**

Tableau 10 - Dimensions et masses linéiques théorique minimale absolue des tubes

DN/OD	SN 5 000	SN 10 000	SN 16 000	SN 20 000
	(mm)			
DN 200	204,8	202,8	201	200,1
DN 250	254,6	251,9	249,7	248,6
DN 300	304,5	301,3	296,7	295,4
DN 350	354,5	348,8	345,7	344,1
DN 400	403,5	397,2	393,8	391,9
DN 450	454,2	447,9	444,3	442,5
DN 500	502,3	497,6	493,6	491,5
OD 550	520,5	515,5	511,4	509,2
DN 600	585,3	579,6	575	572,6
OD 650	616,9	610,9	606,1	603,5
DN 700	683,8	677,2	671,8	666,9
OD 750	715,8	708,9	701,2	698,3
DN 800	782,2	774,7	766,6	763,3
OD 860	820,6	810,6	804,2	800,8
DN 900	882,7	872,1	865,2	861,6
OD 960	916,7	905,9	898,7	894,8
DN 1000	979,7	968,2	960,6	956,5
OD 1099	1048,5	1038,3	1030,1	1025,7
DN 1200	1173,5	1162,1	1152,9	1148
OD 1280	1223,1	1211,2	1201,7	1196,6
DN 1400	1371,7	1358,5	1347,7	1342
OD 1499	1434,2	1420,3	1409,1	1403,1
OD 1535	1470,4	1456,2	1444,8	1438,7
DN 1600	1568,5	1553,4	1541,2	1534,7
OD 1720	1646,3	1630,4	1617,6	1610,7
DN 1800	1765,2	1748,3	1734,5	1727,2
OD 1937	1857,2	1839,2	1824,9	1817,1
DN 2000	1962,2	1943,2	1928	1919,9
OD 2160	2068,6	2048,6	2032,6	2024
DN 2200	2158,4	2137,6	2121	2111,9
OD 2400	2299,7	2277,6	2259,7	2250,2
DN 2400	2353,1	2330,5	2312,2	2302,4
OD 2555	2456,7	2433,1	2414,1	2403,9
OD 2999	2882,9	2855,3	2832,8	2820,9
DN 3200	3145,5	3115,4	3091	3078
OD 3600	3464,3	3431,2	3404,3	3389,8

Tableau 11 – Diamètres intérieurs déclarés

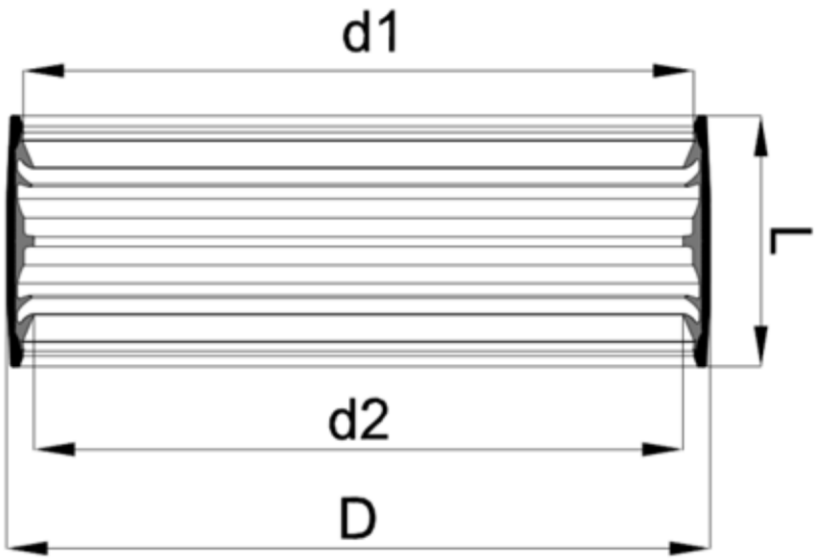

Figure 6 : Schéma de principe des manchons type FWC

DN/OD	Profile	L	D2		D1		D
	Type	± 3	min	max	min	max	min
		mm					
DN 200	S	173	204,3	207,3	221,3	223,3	239,5
DN 250			255,9	258,9	272,9	274,9	291,1
DN 300			308,5	312,5	325	327	343,1
DN 350			359	363	377	379	395,2
DN 350	M	230	355,3	359,3	377,1	379,1	396
DN 400			407,2	411,2	428,2	430,2	448
DN 450			458,9	462,9	478,7	480,7	498
DN 500			510,2	514,2	531,2	533,2	551
OD 550			528,8	532,8	550,4	552,4	570
DN 600			598	602	619	621	639
OD 650			630,8	634,8	650,6	652,6	670
DN 700			699,4	703,4	719,4	721,4	739
OD 750			733,3	737,3	753,3	755,3	773
DN 800			802,5	806,5	821,5	823,5	841
OD 860			841,6	845,6	861,6	863,6	881
DN 900			905,3	909,3	925,3	927,3	945
OD 960			941,7	945,7	961,7	963,7	981
DN 1000			1007,4	1012,4	1027,4	1029,4	1047
OD 1099			1080,7	1085,7	1100,7	1102,7	1120
DN 1200			1210,3	1215,3	1230,3	1232,3	1251
OD 1280			1262,1	1267,1	1282,1	1284,1	1302
DN 1400			1414	1418	1435,5	1438	1458
OD 1499	L	310	1465,1	1469,1	1501,1	1505,1	1523
OD 1535			1503,4	1507,4	1539,4	1543,4	1562
DN 1600			1604	1608	1640	1644	1664
OD 1720			1685	1689	1721	1725	1744
DN 1800			1808,2	1812,2	1844,2	1848,2	1869
OD 1937			1905	1909	1941	1945	1967
DN 2000			2012,1	2016,1	2048,1	2052,1	2074
OD 2160			2124,7	2128,7	2160,7	2164,7	2190
DN 2200			2216,3	2220,3	2252,3	2256,3	2280
OD 2400			2363,2	2367,2	2399,2	2403,2	2429
DN 2400			2418,7	2422,7	2454,7	2458,7	2485
OD 2555			2523,8	2527,8	2559,8	2563,8	2588
OD 2999	XL	350	2965	2979	3001	3005	3068
DN 3200			3236	3250	3272	3276	3339
OD 3600			3566	3580	3602	3606	3675

Tableau 12 - Dimensions des manchons FWC