

# Avis Technique 17/10-227

Annule et remplace l'Avis Technique 17/05-170

*Canalisations d'assainissement en PRV*

*Canalisations  
d'assainissement  
Sewerage system  
Abwasser-  
reinigungsschlauch*

## HOBAS VT

**Titulaire :** HOBAS France SAS,  
12, Chaussée Jules César  
BP 60216 OSNY  
F- 95523 CERGY-PONTOISE CEDEX  
  
E-mail : [hobas.france@hobas.com](mailto:hobas.france@hobas.com)  
Internet : [www.hobas.com](http://www.hobas.com)

*Ne peuvent se prévaloir du présent  
Avis Technique que les productions  
certifiées, marque CSTBat, dont la  
liste à jour est consultable sur  
Internet à l'adresse :*

**[www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)**

*rubrique :*

Evaluations  
Certification des produits et des  
services

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 17**

Réseaux et Epuration

Vu pour enregistrement le 15 octobre 2010



Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 17 «Réseaux et Epuration» de la Commission chargée de formuler les Avis Technique a examiné, le 15 juin 2010, la demande relative aux tubes HOBAS VT présenté par la Société HOBAS France. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 17 sur le produit et les dispositions de mise en œuvre proposées pour son utilisation dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne et DOM. L'Avis Technique formulé n'est valable que si la certification visée dans le Dossier Technique, basée sur un suivi annuel et un contrôle extérieur, est effective. Cet Avis se substitue à l'Avis Technique 17/05-170.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Description Les tubes de fonçage HOBAS VT sont fabriqués en Polyester Renforcé de Verre (PRV) par la société HOBAS.

L'assemblage des tubes HOBAS VT est réalisé à l'aide de manchons non débordants fabriqués en PRV (3 types) ou en acier inox (3 types).

Les diamètres nominaux de fonçage des produits fabriqués sont au nombre de 28 compris entre 272 et 3000 mm, fabriqués en 12 classes de rigidité (Voir tableau 1).

La paroi des tubes HOBAS VT comprend de l'intérieur vers l'extérieur :

- un liner,
- une couche barrière,
- de la résine polyester armée de fibres de verre avec ajout de sable et charges,
- une couche extérieure de sable et résine.
- La liste et les caractéristiques des composants utilisés dans le procédé de fabrication sont déposées au Secrétariat.

### 1.2 Identification

Les indications suivantes sont portées sur chaque tube :

- Identification du fabricant : HOBAS + site de fabrication,
- Appellation commerciale : HOBAS VT,
- Identification composants : UP-GF – E (ou C)-Glas,
- Epaisseur nominale de paroi
- Diamètre extérieur,
- Rigidité annulaire (SN),
- La force de poussée admissible,
- Date de fabrication et repère de production,



- Le logo suivi de la référence figurant sur le certificat.

Les indications suivantes sont portées au niveau du manchon :

- Identification du fabricant,
- Matériau,
- Diamètre extérieur,
- Date (mois/année) et repère de production.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi

Les tubes de fonçage HOBAS VT sont destinés à constituer des collecteurs d'assainissement à écoulement gravitaire utilisés pour véhiculer des eaux pluviales ou des eaux usées domestiques.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

Les essais effectués montrent que les tubes de fonçage HOBAS VT sont conformes aux exigences de la norme NF EN 14 457 excepté en ce qui concerne certains diamètres nominaux adaptés aux conditions de mise en œuvre.

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

Les caractéristiques mécaniques indiquées dans le Cahier des Prescriptions Techniques (article 2.3.1) permettent de concevoir et réaliser des

réseaux au comportement mécanique comparable à celui des canalisations traditionnelles.

#### 2.2.2 Durabilité – Entretien

La durabilité des réseaux constitués de tubes HOBAS VT, peut être estimée comparable à celle des réseaux constitués de matériaux de même nature. Cette durabilité est apportée par les propriétés du système de résine qui, comme en attestent certains composants de réseaux de même nature, ne pose pas de problème lorsqu'ils sont soumis à l'action des eaux pluviales ou eaux usées dans le domaine d'emploi retenu.

Les réseaux constitués de tubes HOBAS VT ne nécessitent pas d'entretien particulier autre que l'entretien normal.

#### 2.2.3 Fabrication et contrôle

La fabrication des tubes HOBAS VT est réalisée en usine par le procédé de centrifugation.

Elle fait l'objet de contrôles internes et externes dans le cadre d'un Plan d'Assurance Qualité.

#### 2.2.4 Mise en œuvre

Les tubes sont conçus pour être mis en œuvre sans tranchée par les techniques de fonçage, forage à la tarière ou microtunnelage.

La qualité de l'étude préalable, est fondamentale pour permettre une mise en œuvre satisfaisante à l'aide de ces techniques (étude de sol, détections des obstacles...).

L'ensemble des conditions d'exécution des travaux disponibles au stade de l'étude préalable doit préalablement être transmis à HOBAS France SAS pour avis.

La mise en œuvre sur chantier, ne peut être réalisée que par des entreprises spécialisées et équipées.

### 2.3 Cahier des prescriptions techniques

#### 2.3.1 Caractéristiques des produits

Les caractéristiques des tubes de fonçage HOBAS VT doivent être conformes aux indications du Dossier Technique.

#### 2.3.2 Conception

##### 2.3.2.1 Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique des réseaux constitués de tubes de fonçage HOBAS VT doit être réalisé conformément à la norme NF EN 752 en prenant en compte les valeurs de diamètres intérieurs annoncées.

##### 2.3.2.2 Dimensionnement mécanique

Le dimensionnement mécanique doit respecter les "Recommandations pour la conception d'un projet de microtunnelage, le dimensionnement des tuyaux et le système de fonçage" (chap. 6 du Projet National Microtunnels – Recommandations » de la FSTT publié en 2003). Celles-ci prennent en compte la phase de mise en œuvre et la phase exploitation.

Le dimensionnement mécanique doit être réalisé sur la base des caractéristiques mécaniques qui figurent au § 9 du Dossier Technique.

#### 2.3.3 Fabrication et contrôle

La réalisation des tubes de fonçage HOBAS VT doit faire l'objet des contrôles internes décrits dans le Dossier Technique.

#### 2.3.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre tubes de fonçage HOBAS VT doit s'effectuer en prenant en compte les prescriptions de la norme NF EN 12889, celles du chapitre V.9.1 et V.9.2 du Fascicule 70 et selon les indications du Dossier Technique.

## 2.35 Marquage

Le marquage apposé sur les tubes et manchons doit être mis en conformité avec celui défini au § 1.2.

### Conclusions

#### Appréciation globale

Pour les produits bénéficiant d'un certificat CSTBat délivré par le CSTB, l'utilisation des tubes HOBAS VT est appréciée favorablement.

#### Validité

Jusqu'au 30 juin 2015.

Pour le Groupe Spécialisé n° 17  
Le Président  
Christian VIGNOLES

### 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- L'utilisation de canalisations HOBAS VT peut être étendue à d'autres applications particulières après examen de la nature et de la fréquence des substances agressives (abrasion...) véhiculées en concertation avec HOBAS France SAS.
- La réalisation de fourreaux de protection pour réseaux secs ou humides n'est pas visée par le présent document.
- Les tubes HOBAS VT fabriqués à partir de résine Vinyle Ester ne sont pas visés par le présent document.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé  
n° 17  
Abdelkader LAKEL

Tableau 1 : Diamètres nominaux et rigidités annulaires des tubes de fonçage HOBAS VT

DN	SN (N/m <sup>2</sup> )											
	32000	40000	50000	64000	80000	100000	128000	160000	200000	320000	640000	1000000
272										X	X	
324									X	X	X	
376							X	X	X	X	X	
427						X	X	X	X	X	X	X
530				X	X	X	X	X	X	X	X	X
550		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
616		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
650	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
718	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
820	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
860	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
924	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1026	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1099	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1229	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1280	X	X	X	X	X	X	X	X				
1434	X	X	X	X	X	X	X	X				
1499	X	X	X	X	X	X	X	X				
1638	X	X	X	X	X	X	X					
1720	X	X	X	X	X	X						
1842	X	X	X	X	X	X						
1940	X	X	X	X	X							
2047	X	X	X	X	X							
2160	X	X	X	X	X							
2252	X	X	X	X	X							
2400	X	X	X	X	X							
2555	X	X	X	X	X							
3000	X	X	X	X	X							

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Généralités

Tubes en PRV de diamètre nominal de fonçage DN/OD 272 à 3000, de rigidité SN 32 000 à 1 000 000, pour application en écoulement gravitaire et mise en œuvre par fonçage, microtunnelage ou forage.

Les canalisations standard HOBAS VT sont destinées à véhiculer des eaux usées domestiques et eaux pluviales conformes à la réglementation et pour des applications à des températures de service inférieures ou égales à 35°C.

La compatibilité des éléments avec les effluents industriels fera l'objet d'une vérification au cas par cas, l'accord d'utilisation devant être soumis à HOBAS France SAS. Le pH des eaux doit être compris entre 1 et 10.

D'autres applications par mise en œuvre par fonçage, microtunnelage ou forage telles que réalisation de fourreau de protection pour réseaux secs (gainés télécom, câbles électriques...) ou humides (eau potable, réseaux incendies, eaux résiduaires...) peuvent être réalisées avec les canalisations standard HOBAS VT.

Les produits peuvent être enterrés en contact avec la majorité des sols (en particulier les sols acides) et sont insensibles aux courants vagabonds. Dans le cas de pose en terrains contaminés par des déchets industriels, une étude spécifique est alors nécessaire.

Les produits HOBAS VT sont conformes aux prescriptions générales de la norme NF EN 14457.

Leur mise en œuvre doit prendre en compte les prescriptions :

- de la norme NF EN 12889,
- du § V.9.1 et V.9.2 du Fascicule 70,
- du manuel « Projet National Microtunnels – Recommandations » de la FSTT publié en octobre 2003.

### 2. Matières premières et mode de fabrication

Les tubes HOBAS VT sont fabriqués par centrifugation, référencée classe C dans la NF T 57-200 « Tubes et raccords en matériaux composites verre-thermodurcissable – Fascicule Général – Description, Classification – Caractéristiques ». Ce procédé est entièrement automatisé.

#### 2.1 Tubes

##### 2.1.1 Matières premières

Les matières premières utilisées sont les suivantes :

- Résine polyester non saturée (résine UP) suivant DIN 16 946 –partie 2 « Résine thermodurcissable – Types » Type 1140 et NF EN 13121-1 groupe 1B - tableau 2.
- Fibres de verre de type E ou C coupées selon les normes NF EN 14364 article 4.2.2 et NF EN ISO 2078 « Verre textile - Désignation »
- Comme charges des couches internes et externes de la paroi du tube, on utilise du 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.
- Colorants éventuels.

Note : Pour des applications spécifiques les tubes HOBAS VT peuvent être fabriqués à partir de résine Vinyle Ester.

##### 2.1.2 Structure

Seule l'épaisseur des couches structurelles varie en fonction du diamètre et de la rigidité. Les autres couches ont une épaisseur constante.

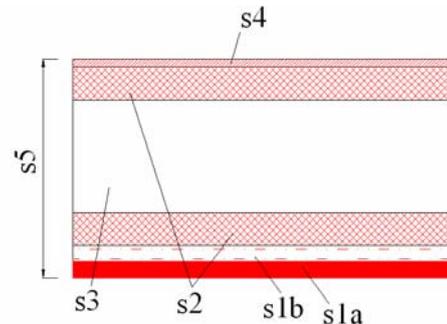
La structure composite de la paroi s'établit de la manière suivante (de l'extérieur vers l'intérieur) :

- Couche extérieure (s4) de protection, constituée principalement de charges et de résine résistante aux conditions extérieures, et d'épaisseur 1 mm environ.
- Couches internes : couches structurelles (s2 + s3) - combinant résine UP, fibres de verre et charges - associées à une couche bar-

rière (s1b) constituée d'une combinaison de résine UP et fibre de verre coupée d'épaisseur minimale 1,5 mm.

- Couche intérieure de finition ou « liner » (s1a), en résine thermodurcissable pure et d'épaisseur minimale 1 mm.

La rigidité des tubes est directement liée à l'épaisseur structurante de la paroi.



##### 2.1.3 Mode de fabrication

Dans le moule 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.

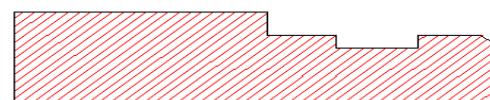
Les fibres de verre sont coupées en tête du bras d'alimentation et déposées dans le sens longitudinal et circonférentiel au moyen d'un dispositif spécial.

Après achèvement de la paroi du tube, la structure est complètement densifiée et débarrassée de son air par centrifugation à haute vitesse. Par cette méthode, on obtient une étanchéité absolue de la paroi du tuyau. Après cette phase, la polymérisation est initiée par chauffage ; une fois la matière polymérisée, la matrice est refroidie et le tuyau est retiré de son moule.

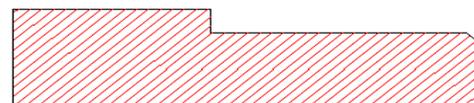
Les tubes produits par la méthode de centrifugation décrite ci-dessus présentent un diamètre extérieur constant sur toute leur longueur et, de plus, sont parfaitement lisses aussi bien extérieurement qu'intérieurement.

Les tubes sont mis à longueur et usinés sur des tours équipés d'outils spécifiques.

En fonction du type d'assemblage (manchons PRV ou acier inoxydable décrits au 2.21) et du diamètre, 2 types d'abouts mâles sont proposés :



About pour manchon PRV



About pour manchon acier inoxydable

### 2.2 Assemblage

#### 2.2.1 Manchons

Les tubes sont assemblés par des manchettes PRV en polyester renforcé de fibres de verre coupées ou manchons en acier inoxydable de classe 1.4462 (316 Ti) ou 1.4462 (2205) selon la norme NF EN 10088-1.

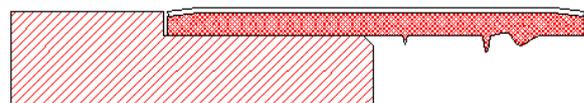


Schéma de principe manchon acier inoxydable (DN 272 à 1499)

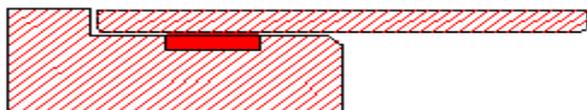


Schéma de principe manchon PRV (DN 427 à 3000)

Les tubes sont livrés manchons montés. La manchette PRV est solidarisée au tube par laminat réalisé selon le principe décrit ci-dessous.

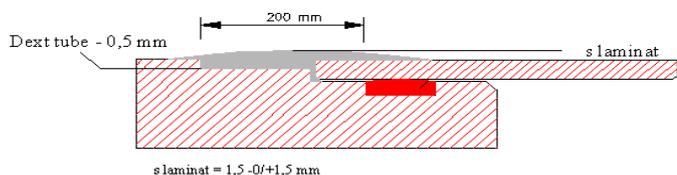
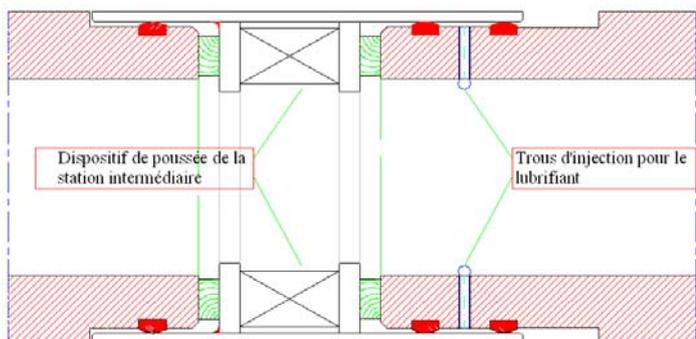


Schéma de principe manchette PRV avec laminat extérieur

On trouvera en annexe un tableau présentant les principales caractéristiques géométriques des 2 types d'assemblage.

Peuvent être fabriqués sur mesure les tubes spéciaux suivants :

- Tube de tête avec usinage d'about adapté au matériel utilisé (trousse ou machine), en général de type about PRV,
- Tube aval et tube amont - avec abouts adaptés peuvent être livrés en cas d'utilisation de station de poussée intermédiaire. On trouvera ci-après un schéma de principe décrivant ce dispositif particulier. Les parties usinées des tubes doivent avoir une rigidité minimale calculée de 25 000 N/m<sup>2</sup>.



Dispositif de station de poussée intermédiaire

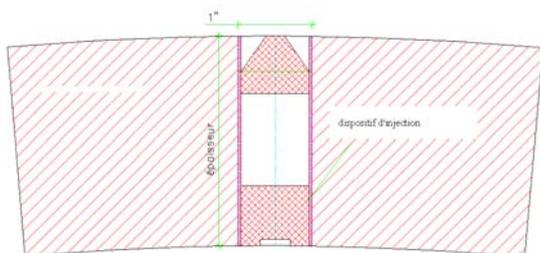
2.22 Elastomère

Les matériaux utilisés (EPDM ou sur demande SBR ou NBR) sont conformes à la norme NF EN 681-1 (type WC, classe 50 - Dureté : 55 ± 5 IRHD).

On trouvera en annexe un tableau présentant les principales caractéristiques géométriques des garnitures d'étanchéité.

2.3 Accessoires

Les tubes peuvent être équipés en usine de trous d'injection avec bouchons en acier inoxydable ou en PVC.



Dispositif d'injection de lubrifiant

En général, il n'est pas nécessaire d'utiliser des anneaux en bois pour le transfert de poussée entre tubes PRV. L'utilisation d'anneaux de transfert de type aggloméré est cependant recommandée à l'interface de deux matériaux différents, entre la couronne de poussée acier et le dernier tube dans la fosse de poussée, entre la machine de fonçage et le tube PRV de tête ou entre la station de poussée intermédiaire et les tubes PRV amont.

3. Description du produit

3.1 Aspect - couleur

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

3.2 Classes de rigidité

Les tubes HOBAS VT sont proposés selon les classes de rigidité suivantes (valeurs correspondant à une rigidité annulaire spécifique à court terme exprimée en N/m<sup>2</sup>) : 32 000, 40 000, 50 000, 64 000, 80 000, 100 000, 128 000, 160 000, 200 000, 320 000, 640 000 et 1 000 000.

3.3 Caractéristiques géométriques des tubes

3.31 Diamètres

Les diamètres extérieur et intérieur ainsi que les tolérances des tubes HOBAS VT figurent tableau 1 en annexe. Les diamètres intérieurs déclarés à utiliser pour le dimensionnement hydraulique se déduisent du diamètre intérieur calculé, avec le diamètre extérieur minimum et l'épaisseur nominale selon le tableau 1, diminué de 6 mm.

3.32 Epaisseurs de paroi

Les épaisseurs de parois et tolérances au niveau du corps du tube et du bout mâle figurent tableau 2 en annexe.

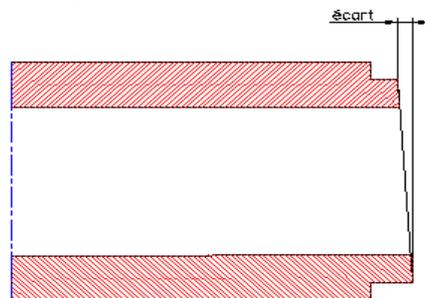
3.33 Longueurs des tubes

Les longueurs nominales, utiles et tolérances des tubes HOBAS VT sont les suivantes :

DN/OD	Longueur nominale [mm]	Longueur utile [mm]	Tolérance sur longueur [mm]*
272 - 860	1000, 2000, 3000, 6000	990, 1990, 2990, 5940	±5
924-1280	1000, 2000, 3000, 6000	990, 1990, 2990, 5940	±8
1434-3000	1000, 2000, 3000, 6000	975, 1940, 2920, 5910	+25/-10

Nota \* : une valeur particulière peut être convenue selon le DN et la longueur unitaire des tubes.

3.34 Equerrage



L'écart maximum de perpendicularité sur le diamètre extérieur du plan de joint n'excède pas les valeurs suivantes :

DN/OD	Écart en mm
≤ 718	0,5
718 < DN ≤ 1638	1,0
1638 < DN	2,0

3.35 Rectitude

L'écart maximum de rectitude sur fût (extérieur du tube) est de 3 mm quelque soit le DN et la longueur unitaire des tubes.

3.4 Caractéristiques dimensionnelles des manchons

Les caractéristiques dimensionnelles principales des assemblages PRV ou métalliques figurent tableau 4 en annexe.

Les manchons de type PRV sont utilisés du DN 530 au DN 3000. En fonction du diamètre, 4 profils (PRV 1, 2, 3 ou 4) sont proposés.

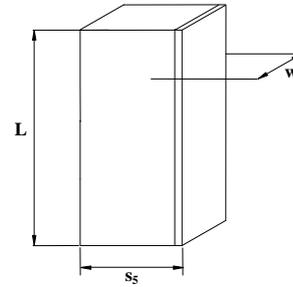
Les manchons de type inox sont utilisés du DN 272 au DN 1499. En fonction du diamètre 3 profils (Inox 1, 2 ou 3) sont proposés.

### 3.5 Conditionnement

Les tubes HOBAS VT sont livrés prêts à l'emploi. Les tubes sont livrés en fardeaux ou unitairement (systématiquement à partir du DN 1400).

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.



## 4. Caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques des tubes

### 4.1 Rigidité annulaire spécifique initiale

La rigidité à court terme réelle (la valeur nominale à retenir est la valeur nominale immédiate inférieure) est déterminée par essai mené selon les principes décrits dans les normes ISO 10467 et NF EN 1228.

La rigidité peut aussi être formulée comme suit :

$$S_0 = E / 12 \cdot (S_5 / d_m)^3$$

Avec :

$S_0$  : rigidité réelle de l'échantillon (MPa)

$E$  : module de flexion annulaire (MPa)

$S_5$  : épaisseur de paroi (mm).

$d_m$  : diamètre moyen du tube (mm).

L'ovalisation verticale  $\Delta d_v$  à appliquer lors de l'essai est calculée en fonction de la rigidité nominale visée SN selon la formule suivante :

$$\Delta d_v / d_v = 65 / SN^{1/3} \quad (\text{en } \%)$$

### 4.2 Rigidité annulaire spécifique à long terme en condition mouillée

Elle est déterminée selon les principes décrits dans la norme NF EN 1225. La valeur de rigidité annulaire spécifique à long terme en condition mouillée à prendre en compte pour le dimensionnement mécanique est de 40 % la valeur de la rigidité annulaire spécifique initiale.

### 4.3 Déflexion annulaire initiale minimale

#### 4.3.1 Déflexion annulaire de courte durée

L'allongement ultime caractéristique à court terme  $\epsilon_{rCT}$  du matériau (essai de type) est évalué en appliquant la formule suivante :

$$\epsilon_r = \frac{4,28 \times e}{100 \times D_m} \times \frac{OV}{(1 + 0,005 \times OV)^2}$$

Avec :

$e$  : épaisseur du tube (mm)

$OV$  : ovalisation d'essai imposée au tube soit  $324 \times 0,7 / S_0^{1/3}$  ( $S_0$  : rigidité réelle de l'échantillon testé en  $N/m^2$ ). Le coefficient de 0,7 est appliqué compte tenu des difficultés à réaliser ce type d'essai sur des tubes de rigidité supérieure à  $20000 N/m^2$ .

$D_m$  : diamètre moyen du tube (mm)

$\epsilon_r$  : allongement maximal calculé pour l'ovalisation d'essai  $OV$ .

On retient la valeur  $\epsilon_{rCT} = 1 \%$  pour l'ensemble de la gamme.

#### 4.3.2 Déflexion annulaire de longue durée

L'allongement ultime caractéristique à long terme  $\epsilon_{rLT}$  du matériau (essai de type) est évalué en appliquant la même démarche avec une ovalisation d'essai imposée au tube de  $194 / S_0^{1/3}$  ( $S_0$  : rigidité réelle de l'échantillon testé en  $N/m^2$ ).

On retient la valeur  $\epsilon_{rLT} = 0,8 \%$  pour l'ensemble de la gamme.

### 4.4 Résistance spécifique initiale en compression longitudinale

La résistance spécifique initiale en compression longitudinale est déterminée selon une procédure interne spécifique.

L'échantillon testé est découpé dans la paroi du tube comme représenté ci-dessous (l'essai peut aussi être réalisé sur un about mâle de tube tel que décrit au 2.13) :

La longueur de l'échantillon est de 105 mm pour  $s_5 > 20$  mm et de 80 mm pour  $s_5 \leq 20$  mm.

L'essai consiste à écraser l'échantillon entre 2 plateaux parallèles.

La valeur minimale de cette caractéristique est de 90 MPa.

Cet essai permet de mesurer le module de compression longitudinal caractéristique  $E_c$  et l'allongement caractéristique en compression  $\epsilon_{cR}$  (essai de type).

### 4.5 Force de poussée admissible

Les forces de poussée admissibles sont calculées en fonction du DN, de la classe de rigidité du tube, du type d'assemblage et de l'angulation maximale retenue pour les assemblages en phase de poussée.

Les forces de poussée garanties  $F_r$  avant rupture sont données en annexe dans le tableau 2.

Les forces de poussée admissible  $F_{adm}$  sont égales à  $F_r / (2 \times 1,75)$  (prise en compte d'un coefficient de répartition de 2 et de sécurité de 1,75). Elles correspondent aux déviations maximales admissibles en phase de poussée suivantes par plage de diamètres :

DN/OD	Déviation maximale admissible en phase poussée (en°)		
	Longueur du tube		
	1 m	2 m	3 & 6 m
272 - 376	0,44	0,87	1,31
427 - 550	0,30	0,60	0,89
616 - 752	0,22	0,44	0,65
818 - 860	0,19	0,38	0,57
924 - 1099	0,15	0,30	0,45
1229 - 1280	0,12	0,24	0,36
1434 - 1720	0,10	0,19	0,29
1842 - 2047	-	0,16	0,24
2252 - 2555	-	0,12	0,18
3000	-	0,11	0,16

Les déviations maximales admissibles sont calculées pour chaque diamètre en tenant compte de l'élasticité longitudinale des tubes, l'allongement longitudinal caractéristique du matériau et des longueurs unitaires.

Pour des déviations angulaires imposées (par exemple pour réaliser des fonçages courbes provoquant des déviations angulaires supérieures à celles indiquées ci-dessus), le coefficient de répartition doit être augmenté et la force de poussée réduite selon les principes décrits dans le chapitre 6.3 du Projet National Microtunnels.

Les matériaux PRV du fait de la précision d'usinage des abouts et de l'élasticité longitudinale des tubes ne nécessitent pas de matériau répartiteur généralement constitué de latté bois ou d'aggloméré dense. L'usage de matériau répartiteur, peut cependant être envisagé pour les stations de poussée intermédiaires, la couronne de poussée et les fonçages courbes notamment pour les tubes de longueur unitaire 1m, l'accord d'utilisation devant être soumis à HOBAS France SAS.

Les déviations maximales admissibles pour les tubes amont et aval pour station de poussée intermédiaires sont calculées selon la même démarche en tenant compte de la géométrie des abouts.

### 4.6 Résistance à la corrosion sous contrainte

La résistance à la corrosion déterminée selon la norme NF EN 1120, ISO 10952 ou ASTM D-3681 (éprouvettes soumises à l'effet d'une solution contenant 5% d'acide sulfurique) permet de déclarer un allongement maximum admissible à long terme supérieur à 0,8 %).

### 4.7 Température

Les résines utilisées ont une température de distorsion à la chaleur (Heat Distortion Temperature) d'au moins 70°C selon la norme NF EN

ISO 75-2 méthode A. Les canalisations HOBAS VT sont dimensionnées pour une température maximale en service de 35°C.

#### 4.8 Etanchéité à l'eau

Le contrôle des jonctions a été réalisé (essais de type) pour les deux types de manchons suivant les modalités décrites dans le tableau suivant :

Conditions	Pression	Niveau (bar)	Durée
Déviation angulaire et retrait (18 mm)	Pression statique	1,5	15 min
		2,0	24 h
Cisaillement (25xDN en N) et retrait	Pression statique	1,5	15 min
		2,0	24 h
	Pression négative	-0,8	1 h

Les déviations angulaires d'essai sont les suivantes :

OD	Déviations angulaire (°)
272 - 550	2,0
616 - 960	1,5
1026 - 1499	1,0
1638 - 2047	0,5
2160 - 2550	0,4
3000	0,3

#### 4.9 Résistance à l'abrasion

Des essais de type menés selon la méthode de l'Institut de Darmstadt (décrite dans la DIN 19565-Partie 1 «Tubes et pièces de raccord PRV fabriqués par centrifugation pour assainissement. Dimensions et conditions techniques de livraison») sur différents diamètres ont montré que les produits testés présentent des niveaux de dégradation de surface inférieures à 0,30 mm après 100 000 cycles et dans tous les cas inférieure à 0,5 mm après 200 000 cycles.

Lorsque mesurée avec du corindon de granulométrie similaire et de grade F4 selon la norme ISO 8486-1, la résistance à l'abrasion est analogue.

#### 4.10 Coefficient de dilatation linéaire

Dans le sens axial, ce coefficient est inférieur à  $35 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

### 5. Identification – Marquage

HOBAS France SAS s'engage à rendre conforme le marquage des tubes aux exigences de l'Avis Technique et au référentiel de la marque CSTBat.

### 6. Système qualité – contrôles

#### 6.1 Contrôles internes

La fabrication des tubes et accessoires HOBAS VT est réalisée dans le cadre de plans d'assurance qualité certifiés ISO 9001 (2008). Les contrôles portent notamment sur :

- Les matières premières et produits achetés (après contrôle d'un certificat de conformité) :

Matériau	Essai	Fréquence
Verre	Poids	1 / livraison
	Humidité	
	Traitement	
Sable	Granulométrie	
	Humidité	
Résine	Viscosité	
	Réactivité	
	Temps de gel	
Catalyseur et Accélérateur	Réactivité	
	Temps de gel	
Manchon INOX et garnitures d'étanchéité	Dimensions	Chaque livraison
Garnitures d'étanchéité	Dureté shore DIN 4060	

- Les paramètres de production,
- Les produits finis :

Produit	Essai	Référentiel	Fréquence*
Tubes	Diamètre extérieur	Procédure interne	Chaque tuyau
	Structure paroi		Chaque 100 <sup>ème</sup> tuyau
	Longueur, équerrage, rectitude		Chaque 25 <sup>ème</sup> tuyau
	Rigidité annulaire	Procédure interne et ISO 10467	Chaque 100 <sup>ème</sup> tuyau
	Résistance à l'ovalisation* *		
	Résistance à la compression	Procédure interne	
Manchon PRV	Dimensions	Procédure interne	Chaque 25 <sup>ème</sup>
Tubes et manchons	Visuel	Procédure interne	Chaque produit
	Marquage		Chaque produit

Nota :

\* La fréquence s'applique à toute série de production.

\*\* Compte tenu des difficultés à réaliser ce type d'essai sur des tubes de rigidité supérieure à 20000 on applique l'essai de contrôle qualité suivant où la déflexion annulaire initiale est réalisée en deux étapes :

A. Première ovalisation : pas de fissuration visible.

B. Deuxième ovalisation : pas de détérioration structurelle.

Les niveaux d'ovalisation, en % du diamètre moyen, sont déterminés pour les étapes A et B en appliquant les formules suivantes :

Limite A =  $165 / S_0^{1/3}$  (en %)

Limite B =  $324 \times 0,7 / S_0^{1/3}$  (en %)

Où  $S_0$  est la rigidité réelle de l'échantillon testée (en N/m<sup>2</sup>).

#### 6.2 Certification

La Société HOBAS France SAS doit être en mesure de produire un certificat CSTBat délivré par le CSTB attestant, pour chaque site de fabrication, la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne. Les produits bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence sur les produits du logo CSTBat.

Les caractéristiques certifiées sont les suivantes :

- caractéristiques dimensionnelles (Voir § 3.3),
- classe de rigidité (Voir § 3.2),
- résistance en compression (Voir § 4.4),
- étanchéité (Voir § 4.8).

Les contrôles internes réalisés en usine et figurant au Dossier Technique ainsi que le système qualité de chaque usine titulaire d'un certificat sont validés périodiquement par le CSTB conformément au référentiel de certification de la marque CSTBat.

Dans le cadre de la Certification CSTBat, le CSTB audite périodiquement les sites de fabrication pour examen du système qualité mis en place et, sauf évolution entérinée par le Groupe Spécialisé n°17 et le Comité Particulier de la marque CSTBat, prélève et réalise les essais suivants au laboratoire de l'usine ou de la marque (sur un tube) :

- caractéristiques dimensionnelles,
- résistance en compression,
- rigidité annulaire.

Les résultats de ce suivi sont examinés par le Comité d'évaluation des certificats.

#### 7. Transport et stockage

Le transport, la manutention et le stockage des tubes HOBAS VT ne posent pas de difficultés particulières. Les précautions habituelles doivent être respectées :

- Stocker sur des aires planes.
- Eviter le contact des manchons avec le sol lors du déchargement.
- Manutention à l'aide de sangles en proscrivant chaînes et câbles.
- Le stockage à l'extérieur de durée supérieure à 6 mois sans protection des élastomères est proscrit.
- En cas de livraison avec les tubes emboîtés les uns dans les autres, les tubes intérieurs seront retirés en utilisant des moyens de levage (chariot élévateur) assurant leur retrait sans frotter sur la paroi du tube extérieur.

## 8. Mise en œuvre

Les tubes sont conçus pour être mis en œuvre sans tranchée par l'un des 3 procédés suivants :

- Fonçage traditionnel avec excavation mécanique ou manuelle du terrain en front de taille protégé par une trousse coupante :

Les éléments de canalisation sont poussés à l'aide de vérins au fur et à mesure de l'avancement du creusement. Cette technique autorise la pose de tubes HOBAS VT visitables de DN  $\geq 1000$  dans tous types de terrains sur des longueurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Des tirs courbes sont réalisables.

- Par forage à la tarière :

Les terrains sont forés à l'aide d'une tête de creusement, en général rétractable et parfois munie d'un marteau fond de trou, couplé à la rotation d'une tarière assurant l'évacuation des déblais. Les éléments de canalisation sont poussés à l'aide de vérins au fur et à mesure de l'avancement. Cette technique autorise la pose de tubes HOBAS VT de DN 272 à 1499 dans tous types de terrains sur des longueurs pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres. Les tirs sont rectilignes.

- Par microtunnelage :

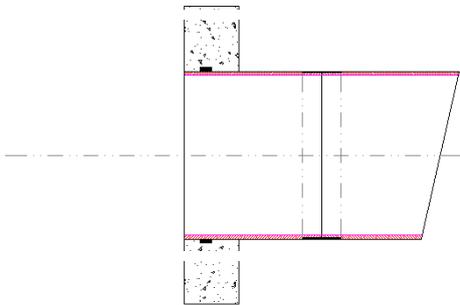
Les microtunneliers s'apparentent aux tunneliers de grand diamètre. La machine associe un système de creusement (roue de coupe), un bouclier, un système de marinage (en général hydraulique) et un banc de poussée. Les éléments de canalisation sont poussés à l'aide de vérins au fur et à mesure de l'avancement de la machine. Cette technique autorise la pose de tubes HOBAS VT de DN 272 à 2400 dans tous types de terrains sur des longueurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Les tirs sont rectilignes ou non.

### 8.1 Réalisation des branchements sur conduites gravitaires

Cette opération nécessite la réalisation d'une fouille. Des piquages peuvent être réalisés en utilisant des selles de branchement qui sont collées sur la surface extérieure du tuyau préalablement découpé à l'aide d'outils diamantés. HOBAS France SAS fournit les kits de colle et les instructions de mise en œuvre.

### 8.2 Assemblage sur regard en béton

L'assemblage est réalisé par scellement à l'aide de mortier résine d'une manchette spéciale en PRV, soit sablé à l'extérieur, soit muni d'un anneau d'ancrage (voir schéma de principe ci-dessous) dans le béton du regard. Cette manchette est d'épaisseur identique aux tubes raccordés et assemblés à ce dernier à l'aide d'un manchon mécanique ou de type manchette inox standard.



## 9. Dimensionnement mécanique

Le dimensionnement mécanique des tubes HOBAS VT est réalisé conformément au § 6 du "Projet National Microtunnels – Recommandations" de la FSTT publié en 2003.

Le dimensionnement est réalisé en deux étapes qui prennent en compte les phases de mise en œuvre et d'exploitation.

Ces principes s'appliquent aux 3 procédés de mise en œuvre décrits au chapitre 8.

### Etape 1

L'entreprise évaluera dans un premier temps les efforts de fonçage attendus dans les conditions de sols du projet, le matériel utilisé et pour les longueurs à construire. Celles-ci serviront à définir l'épaisseur minimale du tube HOBAS VT.

La vérification consiste à s'assurer que la force de poussée maximale attendue reste inférieure à la force de poussée admissible par le tube choisi calculée selon les principes décrits au chapitre 4.

### Etape 2

Le modèle le plus couramment utilisé pour les ouvrages posés à des profondeurs supérieures à 0,80 m est celui du Fascicule 70 en considé-

rant la canalisation comme posée dans un remblai infini, les paramètres géotechniques considérés étant ceux du terrain en place.

Pour le calcul des étapes 1 et 2 sont pris en compte les paramètres suivants :

Caractéristique	Court Terme	Long Terme (50 ans)
Poids spécifique	20 kN/m <sup>3</sup>	20 kN/m <sup>3</sup>
Module de Young en flexion (calcul rigidité about tube aval de station de poussée intermédiaire)	12 000 MPa	-
Coefficient de Poisson du matériau ( $\nu$ )	0,26	-
Allongement minimal garanti avant rupture $\epsilon_r$ (déformation circonférentielle)	1,0%	0,8%
Module de compression longitudinal $E_l$ (calcul du facteur de répartition de charge)	18 000 MPa	-
Allongement longitudinal $\epsilon_{rl}$ pour le calcul du facteur de répartition de charge	$\pm 0,5\%$	-
Résistance à la compression longitudinale minimale garantie $\sigma_{lr}$	90 MPa	-

Le défaut de forme  $e_o$  à prendre en compte est calculé selon la formule suivante :

$$e_o = 0,2337 \frac{\rho \cdot e \cdot (D_{ext} - e)}{16 \cdot SN}$$

avec,

$\rho$  : poids spécifique du matériau (daN/m<sup>3</sup>)

$e$  : épaisseur de la paroi du tube (mm)

$D_{ext}$  : diamètre extérieur du tube (mm)

$SN$  : rigidité annulaire nominale (N/m<sup>2</sup>).

En ce qui concerne l'étape 2 on procède aux vérifications suivantes :

La vérification vis à vis du risque de flambement à court et long terme (ELU) 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 (ELU), sont calculés à partir de l'expression du moment ultime :

$$\epsilon_{ult} = \frac{1 M_{ult} \cdot s5}{2 D_m^3 \cdot SN}$$

$\epsilon_{ult}$  : allongement à la rupture (%),

$M_{ult}$  : moment à la rupture (N.m),

$D_m$  : diamètre moyen du tube (m),

$SN$  : rigidité annulaire nominale (N/m<sup>2</sup>).

On vérifie que  $\gamma_m \times \epsilon_{ult} \leq \epsilon_r$  à Court Terme (avec  $\epsilon_r = \epsilon_{rCT}$ ) et à Long

Terme (avec  $\epsilon_r = \epsilon_{rLT}$ ) avec  $\gamma_M = 1,2$  pour les canalisations non visitable et 1,32 pour les canalisations visitables.

La vérification aux états limites de service (ELS) complémentaire est menée à court terme et à long terme en s'assurant que les ovalisations calculées restent inférieures aux valeurs limites de service suivantes :

SN	OV limite d'ELS à CT (%)	OV limite d'ELS à LT (%)
32000	3,1	4,1
40000	2,8	3,8
50000	2,6	3,5
64000	2,4	3,2
80000	2,2	3,0
100000	2,1	2,8
128000	1,9	2,6
160000	1,8	2,4
200000	1,7	2,2
320000	1,4	1,9
640000	1,1	1,5
1000000	1,0	1,3

## B. Résultats expérimentaux

Pour assurer leur conformité à l'ensemble des normes applicables de nombreux essais ont été réalisés sur des tubes HOBAS VT tant dans les laboratoires d' HOBAS que dans des laboratoires extérieurs.

- Comportement mécanique à court et long terme.
- Comportement à la corrosion.
- Comportement à l'abrasion.
- Essais d'étanchéité.
- Dilatation thermique.

- Comportement au curage.  
Cette liste n'étant pas exhaustive.

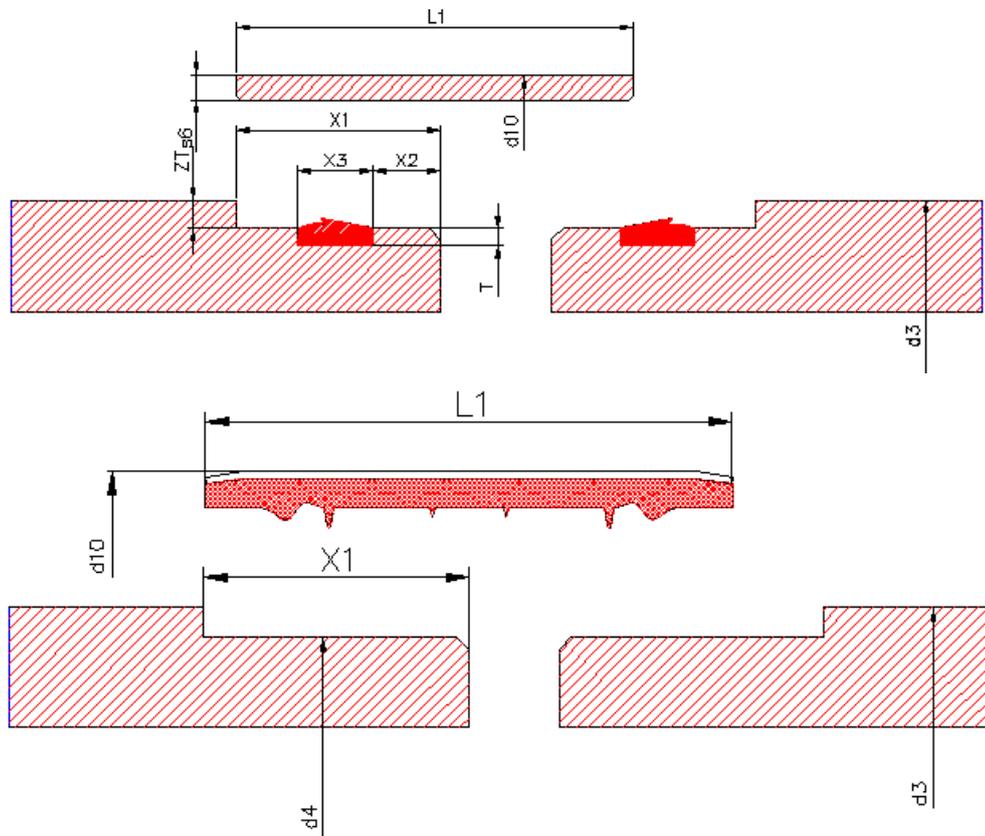
Le CSTB a procédé aux essais suivants dans le cadre de l'instruction de l'Avis Technique :

- Contrôle dimensionnel (rapport CAPE-AT 06-005),
- étanchéité et caractéristiques mécaniques.

## C. Références

Environ 300 km de canalisations HOBAS VT ont été posées en Europe et aux Etats-Unis dans la gamme DN/OD 272 à 3000 dont environ 15 km en France dans la gamme DN 272 à 2000.

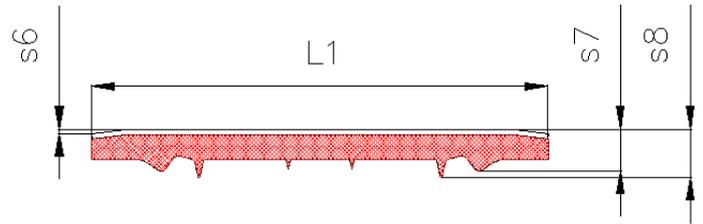
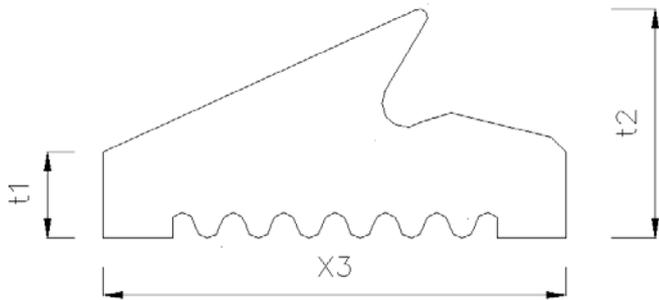
## Tableaux et figures du Dossier Technique



Figures 1 et 2 – Assemblages PRV et INOX

Tableau 1 – Dimensions des tubes et assemblages

DN/OD	manchon	d3		d4 (inox)		d10		L1	X1	X2	X3	ZT (PRV)	T	S6	volume de fonçage
		min	max	min	max	min	max								m³/m
272	inox 1	271,6	272,3	255,0	256,0	270,6	271,3	120,0	62,0						0,06
324	inox 1	323,7	324,2	307,1	308,1	322,7	323,4	120,0	62,0						0,08
376	inox 1	375,6	375,9	359,0	360,0	374,6	375,3	120,0	62,0						0,11
427	PRV 1	426,8	427,0			426,9	427,4	155,0	80,0	26,5	21,0	6,7	4,1	5,7	0,14
427	inox 1	426,8	427,0	410,2	411,2	425,8	426,5	120,0	62,0						0,14
530	PRV 1	529,1	529,8			530,0	530,4	155,0	80,0	26,5	21,0	6,7	4,1	5,8	0,22
530	inox 1	529,1	529,8	512,5	513,5	528,1	528,8	120,0	62,0						0,22
550	PRV 1	549,0	550,0			551,1	551,4	155,0	80,0	26,5	21,0	6,4	4,1	6,0	0,24
550	inox 1	549,0	550,0	533,0	534,0	548,6	549,3	120,0	62,0						0,24
616	PRV 1	615,6	616,4			616,9	617,3	155,0	80,0	26,5	21,0	6,7	4,1	6,0	0,30
616	inox 1	615,6	616,4	599,0	600,0	614,6	615,3	120,0	62,0						0,30
650	PRV 1	649,1	650,0			650,1	650,9	155,0	80,0	26,5	21,0	6,8	4,1	6,0	0,33
650	inox 1	649,1	650,0	632,5	633,5	648,1	648,8	120,0	62,0						0,33
718	PRV 1	717,3	718,2			718,8	719,2	155,0	80,0	26,5	21,0	6,7	4,1	6,1	0,40
718	inox 2	717,3	718,2	698,7	699,7	716,3	717,0	120,0	62,0						0,40
752	PRV 1	750,2	752,0			752,8	753,1	155,0	80,0	26,5	21,0	6,7	4,1	6,3	0,44
752	inox 2	750,2	752,0	731,6	732,6	749,2	749,9	120,0	62,0						0,44
820	PRV 2	819,1	820,1			820,7	821,2	202,0	104,0	30,5	33,0	7,1	5,8	6,2	0,53
820	inox 2	819,1	820,1	800,5	801,5	818,1	818,8	120,0	62,0						0,53
860	PRV 2	859,0	860,0			860,5	861,0	202,0	104,0	30,5	33,0	7,3	5,8	6,4	0,58
860	inox 2	859,0	860,0	840,3	841,3	857,9	858,6	120,0	62,0						0,58
924	PRV 2	922,4	923,3			924,3	924,7	202,0	104,0	30,5	33,0	7,3	5,8	6,5	0,67
924	inox 3	922,4	923,3	901,8	902,8	921,4	922,1	140,0	72,0						0,67
960	PRV 2	958,6	959,6			960,4	961,0	202,0	104,0	30,5	33,0	7,7	5,8	6,8	0,72
960	inox 3	958,6	959,6	938,0	939,0	957,6	958,3	140,0	72,0						0,72
1026	PRV 2	1 024,7	1 025,9			1 026,7	1 027,4	259,0	133,0	30,5	33,0	7,7	5,8	7,0	0,83
1026	inox 3	1 024,7	1 025,9	1 004,1	1 005,1	1 023,7	1 024,4	140,0	72,0						0,83
1099	PRV 2	1 097,2	1 098,6			1 099,4	1 100,1	259,0	133,0	30,5	33,0	8,5	5,8	7,8	0,95
1099	inox 3	1 097,2	1 098,6	1 076,6	1 077,6	1 096,2	1 096,9	140,0	72,0						0,95
1229	PRV 2	1 227,2	1 228,8			1 229,6	1 230,5	259,0	133,0	30,5	33,0	9,6	5,8	9,0	1,19
1229	inox 3	1 227,2	1 228,8	1 206,6	1 207,6	1 226,2	1 226,9	140,0	72,0		0,0				1,19
1280	PRV 2	1 277,9	1 279,4			1 279,4	1 280,1	259,0	133,0	30,5	33,0	10,1	5,8	9,5	1,28
1280	inox 3	1 277,9	1 279,4	1 257,3	1 258,3	1 276,9	1 277,6	140,0	72,0						1,28
1434	PRV 2	1 432,2	1 433,6			1 435,0	1 435,7	259,0	133,0	30,5	33,0	11,3	5,8	10,9	1,61
1434	inox 3	1 432,2	1 433,6	1 411,6	1 412,6	1 431,2	1 431,9	140,0	72,0						1,61
1499	PRV 2	1 496,3	1 498,8			1 499,2	1 501,0	259,0	133,0	30,5	33,0	11,7	5,8	10,9	1,76
1499	inox 3	1 496,3	1 498,8	1 475,7	1 476,7	1 495,3	1 496,0	140,0	72,0						1,76
1638	PRV 2	1 634,7	1 636,5			1 637,9	1 638,8	259,0	133,0	30,5	33,0	12,4	5,8	12,1	2,10
1720	PRV 3	1 716,3	1 718,3			1 719,7	1 720,6	367,0	187,0	47,5	45,0	14,5	7,7	13,0	2,32
1842	PRV 3	1 839,4	1 841,4			1 843,2	1 844,1	367,0	187,0	47,5	45,0	14,1	7,7	13,5	2,66
1940	PRV 3	1 935,6	1 937,7			1 933,0	1 936,0	367,0	187,0	47,5	45,0	14,7	7,7	14,3	2,95
2047	PRV 3	2 043,0	2 045,3			2 047,1	2 048,3	367,0	187,0	47,5	45,0	15,4	7,7	15,0	3,28
2160	PRV 3	2 155,2	2 157,2			2 158,9	2 160,3	367,0	187,0	47,5	45,0	16,3	7,7	15,9	3,65
2252	PRV 3	2 246,4	2 248,5			2 250,9	2 251,9	367,0	187,0	47,5	45,0	16,9	7,7	16,7	3,97
2400	PRV 3	2 393,4	2 396,2			2 398,2	2 399,8	367,0	187,0	47,5	45,0	17,9	7,7	17,8	4,51
2555	PRV3	2551,2	2553,9			2556,3	2557,8	367	187,0	47,5	45,0	19,0	7,7	18,9	5,12
3000	PRV4	2996,0	2999,5			2999,0	3003,0	391	200,0	52,5	55,0	26,5	9,7	23,2	7,06



	l (mm)	t 1 (mm)	t 2(mm)
PRV1	20	3,7	10,0
PRV2	30	5,7	15,0
PRV3	40	7,5	20,0
PRV4	50	9,4	25,0

	L1 (mm)	s6 (mm)	s7 (mm)	s8 (mm)
Inox 1	120	2,0	8,7	13,0
Inox 2	140	3,0	9,7	14,0
Inox 3	140	4,0	10,7	15,0

*Figures 2 et 3 : Profils des élastomères pour assemblage PRV et Inox*

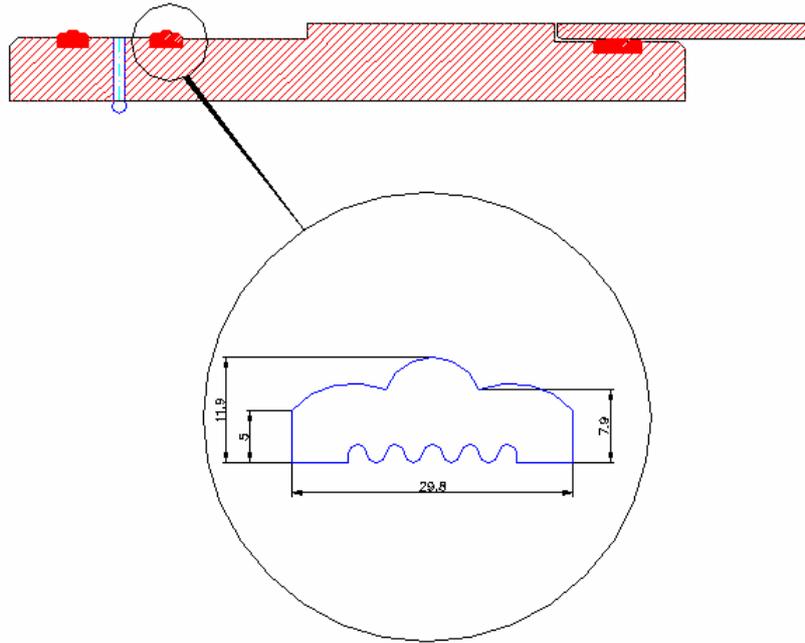


Figure 4 : Profil élastomère pour about tube aval de station de poussée intermédiaire NB. Configuration disponible avec tube équipé de manchon PRV ou manchon inox. Toutes les cotes indiquées sont en mm.

Tableau 2 - Epaisseurs et force de rupture charge répartie (kN)

OD	Type	32000		40000		50000		64000		80000		100000		128000		160000		200000		320000		640000		1000000		
		S <sub>5</sub>	Fr	S <sub>5</sub>	Fr	S <sub>5</sub>	F	S <sub>5</sub>	Fr	S <sub>5</sub>	Fr	S <sub>5</sub>	Fr													
272	inox 1																			19,0	716	24,0	1040			
324	inox 1																		20,0	957	23,0	1195	28,0	1581		
376	inox 1													19,0	1039	20,0	1134	23,0	1416	27,0	1483	32,0	2232			
427	PRV 1																						34,0	2436	39,0	3038
427	inox 1											19,0	1197	20,0	1307	21,0	1416	24,0	1740	28,0	2164	34,0	2782	39,0	3283	
530	PRV 1																			36,0	3349	44,0	4364	51,0	5223	
530	inox 1							20,0	1607	23,0	2020	24,0	2157	26,0	2428	28,0	2697	31,0	3096	36,0	3750	44,0	4767	51,0	5627	
550	PRV 1																	33,0	3125	38,0	3800	47,0	4980	53,0	5742	
550	inox 1			20,0	1695	20,5	1767	22,0	1982	24,0	2267	26,0	2549	28,0	2830	30,0	3108	33,0	3521	38,0	4198	47,0	5380	53,0	6143	
616	PRV 1															34,0	3642	37,0	4103	43,0	5012	50,0	6045	58,0	7193	
616	inox 1			21,0	2039	23,0	2363	25,0	2684	27,0	3003	29,0	3320	32,0	3791	34,0	4102	37,0	4564	43,0	5474	50,0	6509	58,0	7659	
650	PRV 1													33,0	3691	35,0	4020	38,0	4508	44,0	5470	54,0	7027	62,0	8232	
650	inox 1	21,0	2147	24,0	2660	25,0	2830	26,0	2999	28,0	3336	30,0	3671	33,0	4168	35,0	4497	38,0	4986	44,0	5950	54,0	7510	62,0	8717	
718	PRV 1											32,0	3923	35,0	4474	40,0	5382	43,0	5920	48,0	6805	59,0	8702	68,0	10203	
718	inox 2	23,0	2567	25,0	2945	27,0	3322	28,0	3509	30,0	3883	32,0	4253	35,0	4806	40,0	5714	43,0	6253	48,0	7139	59,0	9039	68,0	10543	
752	PRV 1									33,0	4308	36,0	4886	39,0	5458	42,0	6026	45,0	6588	51,0	7697	62,0	9678	72,0	11419	
752	inox 2	24,0	2799	26,0	3196	28,0	3591	30,0	3983	33,0	4567	36,0	5146	39,0	5720	42,0	6289	45,0	6853	51,0	7965	62,0	9951	72,0	11698	
820	PRV 2							33,0	4302	35,0	4727	38,0	5359	42,0	6195	45,0	6816	49,0	7635	54,0	8647	67,0	11212	78,0	13307	
820	inox 2	25,0	3373	27,0	3807	29,0	4239	33,0	5096	35,0	5521	38,0	6155	42,0	6991	45,0	7613	49,0	8434	54,0	9447	67,0	12015	78,0	14114	
860	PRV 2							35,0	4925	37,0	5369	40,0	6032	43,0	6690	47,0	7559	51,0	8420	58,0	9903	72,0	12788			
860	inox 2	27,0	3989	29,0	4444	31,0	4896	35,0	5794	37,0	6239	40,0	6903	43,0	7562	47,0	8432	51,0	9293	58,0	10779	72,0	13667			
924	PRV 2					34,0	5069	37,0	5790	40,0	6507	42,0	6982	46,0	7925	50,0	8859	54,0	9785	62,0	11608	77,0	14929			
924	inox 2	29,0	4557	32,0	5288	34,0	5772	37,0	6495	40,0	7213	42,0	7688	46,0	8632	50,0	9567	54,0	10494	62,0	12319	77,0	15643			
960	PRV 2			34,0	5173	36,0	5675	39,0	6424	42,0	7168	44,0	7662	48,0	8641	52,0	9612	56,0	10573	64,0	12469	80,0	16152			
960	inox 2	31,0	5239	34,0	5998	36,0	6501	39,0	7250	42,0	7995	44,0	8489	48,0	9470	52,0	10442	56,0	11404	64,0	13302	80,0	16990			
1026	PRV 2	34,0	5548	36,0	6088	38,0	6625	41,0	7427	44,0	8224	48,0	9278	52,0	10323	56,0	11360	61,0	12642	68,0	14414					

1026	inox 2	34,0	6404	36,0	6944	38,0	7482	41,0	8285	44,0	9083	48,0	10138	52,0	11185	56,0	12223	61,0	13507	68,0	15281				
1099	PRV 2	35,0	6009	38,0	6878	41,0	7741	44,0	8599	48,0	9735	51,0	10582	56,0	11981	59,0	12813	64,0	14190	73,0	16632				
1099	inox 2	35,0	7139	38,0	8009	41,0	8873	44,0	9732	48,0	10870	51,0	11718	56,0	13119	59,0	13953	64,0	15331	73,0	17777				
1229	PRV 2	40,0	8011	43,0	8981	46,0	9946	49,0	10906	53,0	12178	56,0	13126	61,0	14695	66,0	16249	71,0	17790	81,0	20828				
1229	inox 2	40,0	9618	43,0	10590	46,0	11556	49,0	12517	53,0	13791	56,0	14741	61,0	16311	66,0	17868	71,0	19411	81,0	22454				
1280	PRV 2	41,0	8520	45,0	9867	47,0	10538	52,0	12203	55,0	13196	59,0	14512	64,0	16144	68,0	17439								
1280	inox 2	41,0	10388	45,0	11737	47,0	12408	52,0	14076	55,0	15070	59,0	16388	64,0	18021	68,0	19319								
1434	PRV 2	46,0	11024	49,0	12157	52,0	13286	57,0	15156	61,0	16641	65,0	18118	71,0	20316	76,0	22132								
1434	inox 2	46,0	13616	49,0	14751	52,0	15881	57,0	17752	61,0	19239	65,0	20718	71,0	22918	76,0	24736								
1499	PRV 2	48,0	12167	52,0	13746	56,0	15315	60,0	16875	64,0	18427	68,0	19969	74,0	22265	79,0	24163								
1499	inox 2	48,0	14825	52,0	16407	56,0	17979	60,0	19542	64,0	21096	68,0	22641	74,0	24942	79,0	26843								
1638	PRV 2	52,0	14763	56,0	16489	60,0	18206	65,0	20339	70,0	22458	75,0	24563	81,0	27070										
1720	PRV 3	55,0	14627	59,0	16438	64,0	18689	68,0	20480	73,0	22706	78,0	24918												
1842	PRV 3	59,0	18285	63,0	20226	68,0	22640	73,0	25040	78,0	27426	83,0	29797												
1940	PRV 3	62,0	19223	67,0	21775	72,0	24314	77,0	26638	81,0	28848														
2047	PRV 3	65,0	22922	70,0	25618	75,0	28300	81,0	31500	85,0	33621														
2160	PRV 3	69,0	25928	74,0	28771	79,0	31600	85,0	34965	90	37762														
2252	PRV 3	71,0	27954	76,0	30921	82,0	34462	87	37397	94	41482														
2400	PRV 3	76,0	32377	81,0	35538	86,0	36684	93	43064	100	47417														
2555	PRV 3	82	37960	85	39981	92	44678	99	49347	106	53988														
3000	PRV 4	94	45757	100	50488	108	56791	117	63839	127	71616														