

Sur le procédé

HOBAS VT

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

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

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 17/16-314_V1.</p> <p>Les modifications suivantes ont été apportées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ajout du DN 1780 et retrait des DN 401, 501 et 2740, • modification du titulaire de l'Avis Technique, • modification des tolérances sur les longueurs des tubes, • modification des déviations maximales admissibles en phase de poussée et ajout des rayons de courbure, • modification des déviations angulaires par manchons, • modification de la valeur de résistance à l'abrasion, • modification des dimensions des tubes et manchons, • modification des forces de rupture. 	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

Descripteur :

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

L'assemblage des tubes HOBAS VT est réalisé à l'aide de manchons non débordants fabriqués en PRV (4 profils) ou en acier inoxydable (4 profils standard et 5 profils PJC).

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité de l'ouvrage	4
1.2.3.	Impacts environnementaux	4
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	4
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation.....	6
2.1.1.	Coordonnées	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants	7
2.2.3.	Caractéristiques du produit	7
2.3.	Dispositions de conception	12
2.3.1.	Dimensionnement mécanique.....	12
2.3.2.	Dimensionnement hydraulique	14
2.4.	Conditionnement, manutention et stockage.....	14
2.4.1.	Conditionnement	14
2.4.2.	Transport et stockage	14
2.5.	Dispositions de mise en œuvre	14
2.5.1.	Réalisation des branchements sur conduites gravitaires	14
2.5.2.	Assemblage sur regard en béton.....	15
2.6.	Maintien en service du produit ou procédé	15
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	15
2.7.1.	Mode de fabrication	15
2.7.2.	Contrôles internes	15
2.7.3.	Contrôles externes.....	16
2.8.	Mention des justificatifs.....	16
2.8.1.	Résultats expérimentaux	16
2.8.2.	Références chantiers.....	16
2.9.	Annexe du Dossier Technique.....	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 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.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Aspects sanitaires

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

1.2.1.2. Aptitude à l'emploi

Les essais effectués montrent que les tubes de fonçage HOBAS VT sont conformes aux exigences de la norme NF EN 14457 et, en terme d'aptitude à l'emploi, aux exigences de la norme ISO 25780.

Les diamètres intérieurs peuvent être différents des diamètres recommandés de la norme NF EN 14457.

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 des tubes HOBAS VT permettent de concevoir et réaliser des réseaux au comportement mécanique comparable à celui des canalisations traditionnelles.

1.2.2. Durabilité de l'ouvrage

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.

Si l'entretien du réseau nécessite un hydrocurage, alors les conditions définies au § 2.6 du Dossier Technique doivent être prises en compte.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les tubes HOBAS VT ne disposent d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

DN	SN (N/m ²)											
	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
478					X	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	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				
1348	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				
1535	X	X	X	X	X	X	X					
1638	X	X	X	X	X	X	X					
1720	X	X	X	X	X	X						
1780	X	X	X	X	X	X						
1842	X	X	X	X	X	X						
1937	X	X	X	X	X							
2047	X	X	X	X	X							
2160	X	X	X	X	X							
2250	X	X	X	X	X							
2400	X	X	X	X	X							
2453	X	X	X	X	X							
2555	X	X	X	X	X							
3000	X	X	X	X	X							
3270	X	X	X	X								
3600	X	X	X	X								

Tableau 1 – Diamètres nominaux et rigidités annulaires des tubes HOBAS VT

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société AMIBLU Technology AS
 Østre Kullerød 3
 N – 3241 Sandefjord - Norway
 Email :france@amiblu.com
 Internet : www.amiblu.com.

Usines : Dabrowa Gornicza (PL), Trollenhagen (DE)

2.1.1.1. Identification

Les indications suivantes sont portées sur chaque tube :

- Identification du fabricant : HOBAS et 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 QB 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.

2.1.1.2. Mode de commercialisation

Les tubes HOBAS VT sont commercialisés par AMIBLU.

2.2. Description

2.2.1. Principe

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

L'assemblage des tubes HOBAS VT est réalisé à l'aide de manchons non débordants fabriqués en PRV (4 profils) ou en acier inoxydable (6 profils).

Les diamètres nominaux de fongage des produits fabriqués sont au nombre de 37 compris entre DN/OD 272 et 3600 mm, fabriqués en 12 classes de rigidité de SN 32 000 à 1 000 000 (Voir tableau 1), pour application en écoulement gravitaire et mise en œuvre par fongage, microtunnelage ou forage.

Les canalisations HOBAS VT sont destinées à véhiculer des eaux usées domestiques et eaux pluviales conformes à la réglementation. D'autres applications par mise en œuvre par fongage, 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 HOBAS VT.

Les produits HOBAS VT sont conformes aux prescriptions générales de la norme NF EN 14457 et aux spécifications de la norme ISO 25780.

La conception de l'ouvrage et la mise en œuvre des produits doivent prendre en compte les exigences :

- de la norme NF EN 12889,
- de la norme ISO 25780,
- du paragraphe mise en œuvre du Fascicule 70-1,

Et les recommandations du manuel « Projet National Microtunnels – Recommandations » de la FSTT publié en octobre 2003.

2.2.2. Caractéristiques des composants

Les matières premières utilisées sont les suivantes :

- Couches Structurelles : Résine polyester non saturée (résine UP) Type 1140 suivant DIN 16946 –partie 2 « Résine thermodurcissable – Types » et NF EN 13121-1 groupe 1B - tableau 2.
- Couches interne de finition : Résine polyester non saturée (résine UP) Type 1100 suivant DIN 16946 –partie 2 « Résine thermodurcissable – Types ».
- Fibres de verre de type E ou E-CR coupées selon les normes NF EN 14364 article 4.2.2 et ISO 2078 « Verre textile – Désignation »
- Comme charges des couches internes et externes de la paroi du tube, on utilise du sable de quartz de granulométrie de 0,1 à 1 mm combiné à du carbonate de calcium, carbonate de magnésium ou hydroxyde d'aluminium de granulométrie maximale 0,2 mm.
- Colorants éventuels.

2.2.3. Caractéristiques du produit

2.2.3.1. 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 structurelles (s2 + s3) - combinant résine UP, fibres de verre et charges.
- Couche barrière (s1b) d'épaisseur minimale 1,5 mm.
- Couche intérieure de finition (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.

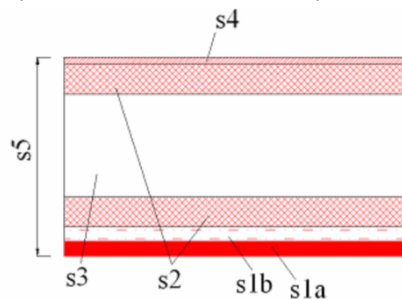


Figure 1 : Structure des tubes HOBAS VT

2.2.3.2. Aspect, état de finition

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.

2.2.3.3. Caractéristiques géométriques

2.2.3.3.1. Diamètres

Les diamètres extérieur et intérieur ainsi que les tolérances des tubes HOBAS VT figurent tableaux 2 à 4 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 les tableaux 6 à 8, diminué de 6 mm.

2.2.3.3.2. Epaisseurs de paroi

Les épaisseurs minimales de parois et tolérances au niveau du corps du tube et du bout mâle figurent tableaux 6 à 8 en annexe.

2.2.3.3.3. Longueurs des tubes

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

Diamètre extérieur	Longueur Nominale : 3 m			Longueur Nominale : 2 m			Longueur Nominale : 1 m		
	L. utile Max	L. utile Moy	L. utile Min	L. utile Max	L. utile Moy	L. utile Min	L. utile Max	L. utile Moy	L. utile Min
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
250 - 900	3000	2985	2975	2000	1990	1980	1000	990	985
901 - 1400	3000	2985	2970	2000	1990	1980	1000	990	985
1401 - 2500	3000	2980	2965	2000	1985	1975	1000	990	985
2501 - 3600	2975	2945	2920	1985	1965	1945	990	975	965

2.2.3.3.4. Equerrage

L'écart maximum de perpendicularité sur le diamètre extérieur du plan de joint est conforme aux spécifications de la norme ISO 25780.

2.2.3.3.5. Rectitude

L'écart maximum de rectitude sur le fût (extérieur du tube) est conforme aux spécifications de la norme ISO 25780.

2.2.3.4. Assemblage

2.2.3.4.1. Manchons

Les tubes sont assemblés par des manchettes PRV en polyester renforcé de fibres de verre coupées ou manchons en acier inoxydable de nuance 1.4404 (AISI 316L) ou 1.4571 (AISI 316Ti) selon la norme NF EN 10088-1. L'ensemble des assemblages présentés sont flexibles.

Les caractéristiques dimensionnelles principales des assemblages PRV ou métalliques figurent tableaux 2 à 5 et figures 10 à 14 en annexe.

Les manchons de type PRV sont utilisés du DN 427 au DN 3600. En fonction du diamètre, 4 profils (M, L, XL ou XXL) sont proposés.

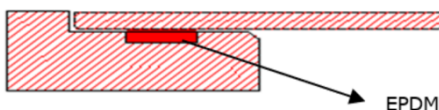


Figure 2 : Schéma de principe manchette PRV (DN 427 à 3600)

Les manchons standards en acier inoxydable sont utilisés du DN 272 au DN 2250. En fonction du diamètre 4 profils (FS3, FS4, FS5 ou FS6) sont proposés.

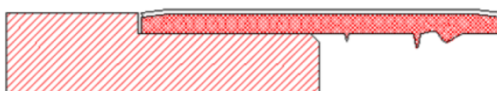


Figure 3 : Schéma de principe manchon standard acier inoxydable (DN 272 à 2250)

Les manchons PJC en acier inoxydable sont utilisés du DN 324 au DN 2555. En fonction du diamètre 5 profils (3 versions PJC M, 2 versions PJC L) sont proposés.

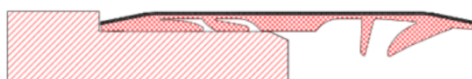


Figure 4 : Schéma de principe manchon PJC acier inoxydable (DN 324 à 2555)

Les tubes sont livrés manchons ou manchettes montés. La manchette PRV est solidarisée au tube par collage avec mastic vinylester (solution standard) ou laminat (solution sur demande) réalisé selon le principe décrit ci-dessous.

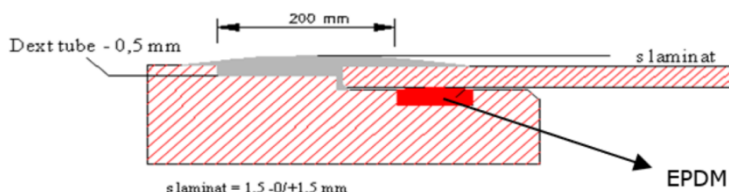


Figure 5 : Schéma de principe manchette PRV avec laminat extérieur

2.2.3.4.2. Elastomère

Les matériaux utilisés (EPDM ou sur demande SBR ou NBR) sont conformes à la norme NF EN 681-1 (type WC, classe 50 ou 60 - Dureté : 55 ± 5 DIDC pour les élastomères pour manchette PRV et classe 60 - Dureté : 60 ± 5 DIDC pour les élastomères des manchettes Inox).

On trouvera en annexe les tableaux 3 à 5 présentant les principales caractéristiques géométriques des garnitures d'étanchéité.

2.2.3.5. Tubes spéciaux

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/m².

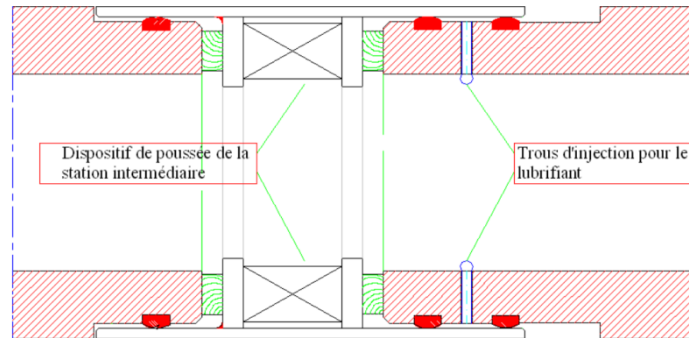


Figure 6 : Dispositif de station de poussée intermédiaire

2.2.3.6. Accessoires

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

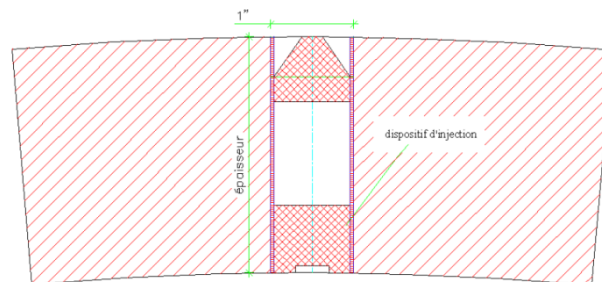


Figure 7 : Dispositif d'injection de lubrifiant

2.2.3.7. Caractéristiques mécaniques

2.2.3.7.1. Rigidité annulaire spécifique initiale

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/m²) : 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.

La rigidité annulaire spécifique initiale à court terme est déterminée par essai mené selon la norme ISO 25780.

2.2.3.7.2. Rigidité annulaire spécifique à long terme en condition mouillée

Elle est déterminée selon les normes ISO 25780 et ISO 10468. La valeur de rigidité annulaire spécifique à long terme en condition mouillée à prendre en compte pour le dimensionnement mécanique est 40 % de la valeur de la rigidité annulaire spécifique initiale.

2.2.3.7.3. Résistance initiale à la rupture en condition de fléchissement

L'allongement ultime caractéristique à court terme ϵ_{rCT} du matériau (essai de type selon la norme ISO 25780) est évalué en appliquant la formule suivante :

$$\epsilon_r = \frac{4.28 \times e}{100 \times Dm} \times \frac{OV}{(1 + 0,005 \times OV)^2}$$

Avec :

e : épaisseur du tube (mm)

OV : ovalisation d'essai imposée au tube, provenant de la vérification de l'absence de fissuration lors de l'essai de Résistance Initiale à la Rupture en Condition de Fléchissement (RIRCF) (équation 4 de la norme ISO 25780)

Dm : diamètre moyen du tube (mm)

ϵ_r : allongement maximal calculé pour l'ovalisation d'essai OV.

On retient la valeur $\epsilon_{Cr} = 1,2\%$ pour l'ensemble de la gamme.

2.2.3.7.4. Résistance spécifique initiale en compression longitudinale

La résistance spécifique initiale en compression longitudinale est déterminée selon l'Annexe A de la norme ISO 25780.

La valeur minimale de cette caractéristique est de 90 MPa.

Cet essai permet de mesurer le module de compression longitudinal caractéristique EI et l'étendue de la zone de comportement élastique.

2.2.3.7.5. 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 Fr avant rupture sont données en annexe dans les tableaux 6 à 8.

Les forces de poussée admissible F_{adm} sont égales à $Fr / (2 \times 1,75)$ (prise en compte d'un coefficient de répartition de 2 et de sécurité de 1,75 selon l'annexe C de la norme ISO 25780). Elles correspondent aux déviations maximales admissibles en phase de poussée suivantes par plage de diamètres :

DN/OD	Déviation maximale sans réduction de poussée admissible (en degré)		
	Longueur Nominale du tube		
	1 m	2 m	3 m
272 - 376	0,51	1,03	1,55
427 - 550	0,35	0,71	1,06
616 - 650	0,30	0,60	0,90
718 - 752	0,26	0,52	0,77
820 - 860	0,22	0,45	0,68
924 - 960	0,20	0,40	0,61
1026 - 1099	0,18	0,35	0,53
1229 - 1280	0,15	0,30	0,46
1348 - 1499	0,13	0,26	0,39
1535 - 1720	0,11	0,23	0,34
1780 - 1780	0,11	0,22	0,33
1842 - 1940	0,10	0,20	0,30
2047 - 2160	x	0,18	0,27
2250 - 2400	x	0,16	0,24
2453 - 2555	x	0,15	0,22
3000	x	0,13	0,19
3270- 3600	x	0,11	0,16

Elles correspondent aux rayons de courbures minimaux admissibles en phase de poussée suivants par plage de diamètre :

DN/OD	Rayon de courbure minimal sans réduction de poussée admissible (en mètre)		
	Longueur Nominale du tube		
	1 m	2 m	3 m
272 - 376	112	112	111
427 - 550	163	163	163
616 - 650	193	192	192
718 - 752	223	223	222
820 - 860	255	255	254
924 - 960	285	284	284
1026 - 1099	326	325	325
1229 - 1280	380	379	378
1348 - 1499	444	443	443
1535 - 1720	510	509	508
1780 - 1780	528	526	526
1842 - 1940	575	573	573
2047 - 2160	x	638	638
2250 - 2400	x	709	709
2453 - 2555	x	767	766
2740- 3000	x	900	899
3270- 3600	x	1080	1079

Les rayons de courbure doivent comprendre l'ensemble des incertitudes lors de la réalisation du tir, ils sont donc des rayons minimaux.

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 l'annexe C de l'ISO 25780.

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 AMIBLU France SAS.

Les déviations maximales admissibles pour les tubes amont et aval pour station de poussée intermédiaires sont calculées selon la même démarche.

2.2.3.7.6. Résistance à la corrosion sous contrainte

La résistance à la corrosion déterminée selon la norme ISO 25780 (éprouvettes soumises à l'effet d'une solution contenant 0,5 mol/L d'acide sulfurique) permet de déclarer un allongement maximum admissible à long terme supérieur à 0,8 %.

2.2.3.8. Etanchéité à l'eau

Le contrôle des jonctions a été réalisé selon l'ISO 25780 pour les trois types de manchons suivant les modalités décrites dans le tableau suivant :

Conditions	Pression	Niveau (bar)	Durée
Test d'étanchéité initiale	Pression initiale	1,5 x PN	15 min
Pression différentielle externe	Pression négative	-0,8*	1 h
Cisaillement (20xDN en N) et retrait**	Pression statique	2 x PN	24 h
Cisaillement (20xDN en N) et retrait**	Pression cyclique	de pression atmosphérique à 1,5 x PN bars puis retour à la pression atmosphérique	10 cycles de 1,5 à 3 min chacun
Déviation angulaire et retrait **	Pression initiale	1,5 x PN	15 min
	Pression statique	2 x PN	24 h

*par rapport à la pression atmosphérique

**retrait égal à 0,2% de la longueur utile soit $0,2\% \times 3000 = 6 \text{ mm}$

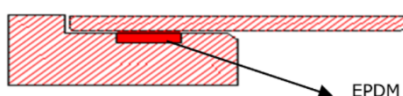
Les déviations angulaires d'essai sont les suivantes :

Pour le manchon standard acier inoxydable et manchon PJC acier inoxydable :



OD	Déviations angulaires (°)
272 - 550	2,0
616 - 960	1,5
1026 - 1499	1,0
1535- 2047	0,5
2160 - 2555	0,4

Pour la manchette PRV :



OD	Déviations angulaires (°)
427 - 1499	1,0
1535 - 2047	0,5
2160 - 2555	0,4
2740 - 3000	0,3
3270 - 3600	0,2

2.2.3.9. Résistance à l'abrasion

Des essais de type menés selon la norme NF EN 295-3 sur différents diamètres ont montré que les produits testés présentent une diminution d'épaisseur moyenne inférieure à 0,4 mm après 100 000 cycles (200 000 glissements).

2.2.3.10. Résistance au curage

La résistance sous jet haute pression des tubes Hobas a été testée selon la norme DIN 19523 selon les deux méthodes.

2.2.3.11. Coefficient de dilatation

Dans le sens axial, ce coefficient est inférieur à $30.10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

2.2.3.12. Température

Les résines utilisées pour les couches structurelles 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.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Dimensionnement mécanique

Le dimensionnement mécanique des tubes HOBAS VT est réalisé conformément au § 6 "Recommandation pour la conception d'un projet de microtunnelage, le dimensionnement des tuyaux et le système de fonçage" 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 2.5.

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 2.2.3.7.5.

Etape 2

Le modèle le plus couramment utilisé pour les ouvrages posés à des profondeurs supérieures à 0,80 m est celui du Fascicule 70-1 en considérant 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 ³	20 kN/m ³
Module en flexion (calcul rigidité about tube aval de station de poussée intermédiaire)	12 000 MPa	-
Coefficient de Poisson du matériau (ν)	0,26	-
Allongement minimal garanti avant rupture ε _r (déformation circonférentielle)	1,2%	0,8%
Module de compression longitudinal E _l sur la zone à comportement élastique (calcul du facteur de répartition de charge)	15 000 MPa	-
Déformation maximale en limite élastique ε _{lim} =ε _{rup/1.75}	0,34%	-
Résistance à la compression longitudinale minimale garantie σ _r	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 :

ρ : poids spécifique du matériau (daN/m³)

e : épaisseur de la paroi du tube (mm)

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

SN : rigidité annulaire nominale (N/m²).

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 :

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

ε_{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/m²).

On vérifie que γ_m × ε_{ult} ≤ ε_r à Court Terme (avec ε_r = ε_{rCT}) et à Long Terme (avec ε_r = ε_{rLT}) avec γ_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

2.3.2. Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique des réseaux constitués de tubes de fonçage HOBAS VT doit être réalisé conformément à la norme NF EN 16933-2 en prenant en compte les valeurs de diamètres intérieurs annoncées.

2.4. Conditionnement, manutention et stockage

2.4.1. 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.

2.4.2. 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.

2.5. Dispositions de mise en œuvre

La mise en œuvre des tubes de fonçage HOBAS VT doit s'effectuer en prenant en compte les prescriptions de la norme NF EN 12889, celles du chapitre mise en œuvre du Fascicule 70-1 et selon les indications du Dossier Technique.

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 dans tout type 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 3600 dans tout type de terrain sur des longueurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Les tirs sont rectilignes ou non.

En cas d'utilisation d'une station de poussée intermédiaire, la surface interne de la dite station en contact avec les joints Hobas doit être d'aspect lisse et ne pas comporter d'irrégularités. La lubrification des joints du tube aval est préconisée après chaque aller-retour de la station.

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.

L'étude préalable est indispensable 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 AMIBLU pour avis. La mise en œuvre sur chantier, ne peut être réalisée que par des entreprises spécialisées et équipées.

2.5.1. Réalisation des branchements sur conduites gravitaires

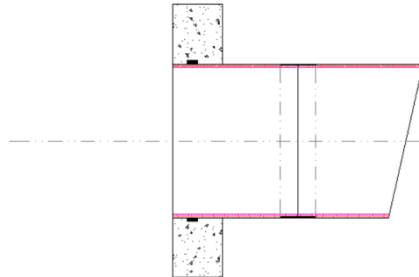
Des piquages peuvent être réalisés en utilisant des selles de branchement qui sont collées sur la surface extérieure du tuyau préalablement découpé à l'aide d'outils diamantés. AMIBLU SAS fournit les kits de colle et les instructions de mise en œuvre.

Des branchements peuvent aussi être réalisés en laminant in situ le branchement PRV sur le tuyau préalablement découpé à l'aide d'outils diamantés. AMIBLU SAS dispose du personnel qualifié pour réaliser ces laminats PRV.

Ces opérations nécessitent un accès à l'extérieur du tube par réalisation d'une fouille ou par technologie sans tranchée. L'espace de travail doit être sec pour permettre la réalisation des collages ou des laminats.

2.5.2. Assemblage sur regard en béton

L'assemblage est réalisé par scellement à l'aide de mortier résine d'une manchette spéciale en PRV, soit sablée 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.



2.6. Maintien en service du produit ou procédé

Les canalisations Hobas VT ne réclament pas d'entretien particulier autre que l'entretien classique des réseaux d'assainissement : curage, inspection, etc...

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

On prendra soin d'éviter les chocs de la tête de buse contre la paroi du tube. Les systèmes avec des chaînes ou câbles sont à proscrire.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Mode de fabrication

Les tubes HOBAS VT 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 ».

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.

Ce procédé est entièrement automatisé.

Les tubes produits par la méthode de centrifugation décrite ci-dessus présentent un diamètre extérieur constant sur toute leur longueur et, de plus, sont 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 2.2.3.4.1) et du diamètre, 2 types d'abouts mâles sont proposés :

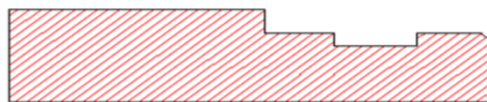


Figure 8 : About pour manchon PRV

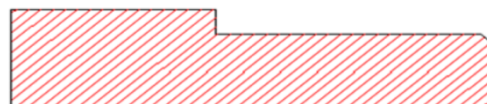


Figure 9 : About pour manchon acier inoxydable

2.7.2. Contrôles internes

Les contrôles portent notamment sur :

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

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

2.7.3. Contrôles externes

2.7.3.1. Management de la qualité

La fabrication des tubes et accessoires HOBAS VT est réalisée dans le cadre de Plans d'Assurance Qualité certifiés ISO 9001.

2.7.3.2. Certification produit

La Société AMIBLU France SAS doit être en mesure de produire un certificat QB 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 QB.

Les caractéristiques certifiées sont les suivantes :

- rigidité annulaire spécifique initiale (Voir § 2.2.3.7.1),
- déflexion annulaire initiale minimale (Voir 2.2.3.7.3),
- caractéristiques dimensionnelles (Voir § 2.2.3.3),
- résistance en compression (Voir § 2.2.3.7.4),
- étanchéité (Voir § 2.2.3.8).

Dans le cadre de la Certification QB, 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 QB, prélève et réalise les essais suivants au laboratoire de l'usine ou de la marque (sur un tube) :

- caractéristiques dimensionnelles (§ 2.2.3.3, Tableaux 2 à 8, tube avec manchon/manchette)
- résistance en compression (§2.2.3.7.4),
- rigidité annulaire spécifique initiale (§2.2.3.7.1),
- déflexion annulaire initiale minimale (§2.2.3.7.3).

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

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

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

- Comportement mécanique à long terme. (réf : HOBAS Engineering GmbH - BE057_14 du 29/08/2014).
- Comportement à la corrosion (réf : HOBAS Engineering GmbH - BE099_15 du 21/09/2015 et Amiblu Technology n°P-2019-102-R1 du 18/12/2019).
- Comportement à l'abrasion (réf : IRO GmbH Oldenburg-G38029-3 du 27/11/2018).
- Essais d'étanchéité (réf : HOBAS Engineering GmbH - BE028_14- du 07/04/2014, BE46_14 du 03/06/2014, BE034_14 - 01/03/2016, Amiblu Technology n°T-2021-187 du 10/02/2022 et n°T-2022-127 du 07/04/2022).
- Comportement au curage (réf : IRO GmbH Oldenburg-G38034-1 du 22/09/2020).

Cette liste n'étant pas exhaustive.

Le CSTB a procédé aux essais suivants dans le cadre de l'instruction de l'Avis Technique (rapport CAPE-AT 06-005) :

- Contrôle dimensionnel
- Etanchéité et caractéristiques mécaniques.

Depuis 2005, les tubes HOBAS VT font l'objet de contrôles effectués par le CSTB, dans le cadre de la marque de qualité QB.

2.8.2. Références chantiers

Environ 355 km de canalisations HOBAS VT ont été posées en Europe et aux Etats-Unis dans la gamme DN/OD 272 à 3600 dont environ 27 km en France dans la gamme DN 272 à 2555.

2.9. Annexe du Dossier Technique

DN/OD	Manchon	d3		d10		L1	X1	X2	X3	Zt	T	S6	Volume tube	
		min	max	min	max	moy	moy	moy	moy	moy	moy	moy	m³/m	
427	M	425,8	427,2	d10 = d3 Assemblage PRV produit sur le même moule que le tube.		155,0	80,0	26,5	21,0	6,6	4,10	5,6	0,14	
478	M	476,5	478,6				155,0	80,0	26,5	21,0	6,6	4,10	5,6	0,18
530	M	528,3	530,3				155,0	80,0	26,5	21,0	6,8	4,10	5,8	0,22
550	M	547,5	549,9				155,0	80,0	26,5	21,0	7,1	4,10	6,1	0,24
616	M	615,0	617,1				155,0	80,0	26,5	21,0	7,1	4,10	6,1	0,30
650	M	647,5	649,6				155,0	80,0	26,5	21,0	7,1	4,10	6,1	0,33
718	M	716,9	718,9				155,0	80,0	26,5	21,0	7,1	4,10	6,2	0,41
752	M	749,8	752,3				155,0	80,0	26,5	21,0	7,1	4,10	6,2	0,44
820	L	818,5	820,8				202,0	104,0	30,5	33,0	7,3	5,80	6,2	0,53
860	L	858,7	860,2				202,0	104,0	30,5	33,0	7,3	5,80	6,2	0,58
924	L	922,4	923,9				202,0	104,0	30,5	33,0	7,4	5,80	6,4	0,67
960	L	958,1	960,2				202,0	104,0	30,5	33,0	7,8	5,80	6,8	0,72
1026	L	1024,1	1026,4				259,0	133,0	30,5	33,0	8,0	5,80	7,0	0,83
1099	L	1096,6	1099,6				259,0	133,0	30,5	33,0	8,7	5,80	7,8	0,95
1229	L	1227,3	1229,5				259,0	133,0	30,5	33,0	9,9	5,80	9,1	1,19
1280	L	1277,9	1281,1				259,0	133,0	30,5	33,0	10,4	5,80	9,6	1,29
1348	L	1346,0	1348,0				259,0	133,0	30,5	33,0	10,8	5,80	10,0	1,43
1434	L	1432,3	1434,2				259,0	133,0	30,5	33,0	11,7	5,80	11,0	1,62
1499	L	1495,3	1499,1				259,0	133,0	30,5	33,0	11,8	5,80	11,1	1,77
1535	L	1535,7	1538,0				259,0	133,0	30,5	33,0	12,1	5,80	11,5	1,86
1638	L	1635,7	1638,4				259,0	133,0	30,5	33,0	12,9	5,80	12,3	2,11
1720	XL	1716,5	1719,4				367,0	187,0	47,5	45,0	13,7	7,70	13,0	2,32
1780	XL	1777,0	1779,5				367,0	187,0	47,5	45,0	14,0	7,70	13,3	2,49
1842	XL	1839,4	1841,5				367,0	187,0	47,5	45,0	14,2	7,70	13,5	2,67
1937	XL	1935,6	1937,9				367,0	187,0	47,5	45,0	14,9	7,70	14,3	2,95
2047	XL	2043,0	2046,2				367,0	187,0	47,5	45,0	16,3	7,70	15,4	3,29
2160	XL	2154,5	2157,2				367,0	187,0	47,5	45,0	16,9	7,70	16,1	3,65
2250	XL	2246,4	2248,7				367,0	187,0	47,5	45,0	17,7	7,70	17,0	3,97
2400	XL	2394,0	2396,6				367,0	187,0	47,5	45,0	19,0	7,70	18,4	4,51
2453	XL	2450,2	2452,6				367,0	187,0	47,5	45,0	19,3	7,70	18,7	4,73
2555	XL	2551,2	2554,6				367,0	187,0	47,5	45,0	19,7	7,70	19,2	5,12
2999	XXL	2997,6	3000,1				391,0	200,0	52,5	55,0	24,4	9,80	23,3	7,06
3270	XXL	3269,2	3271,7				391,0	200,0	52,5	55,0	24,6	9,80	23,9	8,40
3600	XXL	3597,2	3600,9				391,0	200,0	52,5	55,0	25,2	9,80	25,1	10,17

Tableau 2 – Dimensions des tubes et assemblages PRV

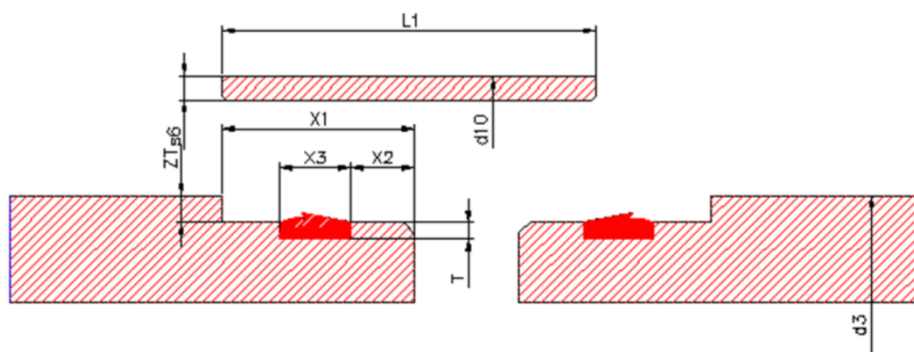


Figure 10 – Assemblages PRV

DN/OD	Manchon	d3		d10		d4		L1	X1	S6	S8	S9	Volume tube m³/m
		min	max	min	max	min	max	moy	moy	moy	moy	moy	
272	FS3	271,2	272,6	270,6	271,3	255,0	256,0	120	62	2	9	13	0,06
324	FS3	323,2	325,2	322,7	323,4	307,1	308,1	120	62	2	9	13	0,08
376	FS3	375,3	376,9	374,6	375,3	359,0	360,0	120	62	2	9	13	0,11
427	FS3	425,8	427,2	425,8	426,5	410,2	411,2	120	62	2	9	13	0,14
478	FS3	476,5	478,6	476,2	476,9	460,6	461,6	120	62	2	9	13	0,18
530	FS3	528,3	530,3	528,1	528,8	512,5	513,5	120	62	2	9	13	0,22
550	FS3	547,5	549,9	548,6	549,3	533,0	534,0	120	62	2	9	13	0,24
616	FS3	615,0	617,1	614,6	615,3	599,0	600,0	120	62	2	9	13	0,30
650	FS3	647,5	649,6	648,1	648,8	632,5	633,5	120	62	2	9	13	0,33
718	FS4	716,9	718,9	716,3	717,0	698,7	699,7	120	62	3	10	14	0,41
752	FS4	749,8	752,3	749,2	749,9	731,6	732,6	120	62	3	10	14	0,44
820	FS4	818,5	820,8	818,1	818,8	800,5	801,5	120	62	3	10	14	0,53
860	FS4	858,7	860,2	857,9	858,6	840,3	841,3	120	62	3	10	14	0,58
924	FS5	922,4	923,9	921,4	922,1	901,8	902,8	140	73	4	11	15	0,67
960	FS5	958,1	960,2	957,6	958,3	938,0	939,0	140	73	4	11	15	0,72
1026	FS5	1024,1	1026,4	1023,7	1024,4	1004,1	1005,1	140	73	4	11	15	0,83
1099	FS5	1096,6	1099,6	1096,2	1096,9	1076,6	1077,6	140	73	4	11	15	0,95
1229	FS5	1227,3	1229,5	1226,2	1226,9	1206,6	1207,6	140	73	4	11	15	1,19
1280	FS5	1277,9	1281,1	1276,9	1277,6	1257,3	1258,3	140	73	4	11	15	1,29
1348	FS5	1346,0	1348,0	1346,0	1346,7	1326,4	1327,4	140	73	4	11	15	1,43
1434	FS5	1432,26	1434,2	1431,2	1431,9	1411,6	1412,6	140	73	4	11	15	1,62
1499	FS5	1495,3	1499,1	1495,3	1496,0	1475,7	1476,7	140	73	4	11	15	1,77
1535	FS6	1535,7	1538,0	1531,6	1533,0	1506,9	1508,9	200	103	6	14,5	19,5	1,86
1638	FS6	1635,7	1638,4	1630,7	1632,1	1606,0	1608,0	200	103	6	14,5	19,5	2,11
1720	FS6	1716,5	1719,4	1712,3	1713,7	1687,7	1689,7	200	103	6	14,5	19,5	2,32
1780	FS6	1777,0	1779,5	1774,0	1775,4	1749,4	1751,4	200	103	6	14,5	19,5	2,49
1842	FS6	1839,4	1841,5	1835,4	1836,8	1810,7	1812,7	200	103	6	14,5	19,5	2,66
1937	FS6	1935,6	1937,9	1931,6	1933,0	1906,9	1908,9	200	103	6	14,5	19,5	2,95
2047	FS6	2043,0	2046,2	2039,0	2040,4	2014,4	2016,4	200	103	6	14,5	19,5	3,29
2160	FS6	2154,5	2157,2	2150,5	2151,9	2125,8	2127,8	200	103	6	14,5	19,5	3,65
2250	FS6	2246,37	2248,7	2242,32	2243,72	2217,7	2219,7	200	103	6	14,5	19,5	3,97

Tableau 3 – Dimensions des tubes et assemblages INOX Standard

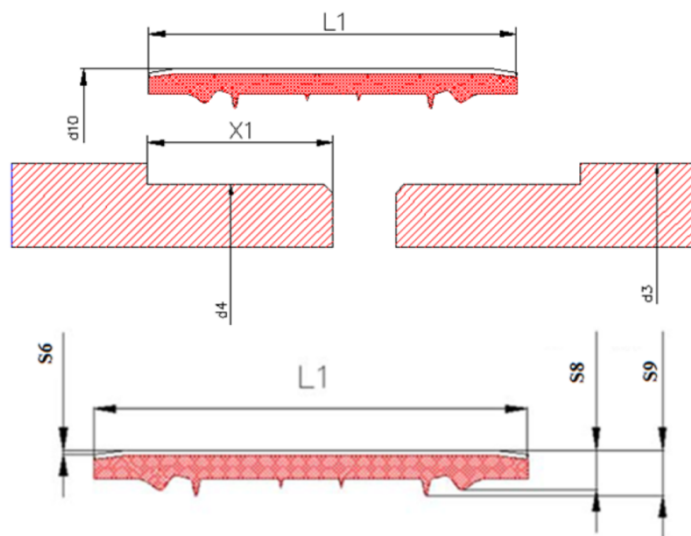


Figure 11 – Assemblages INOX STANDARD

DN/OD	Manchon	d3		d10		d4		L1	X1	S6	S7	Volume tube m³/m
		min	max	min	max	min	max	moy	moy	moy	moy	
324	PJC M	323,2	325,2	322,7	323,4	299,3	300,3	200	104	2	10,5	0,08
376	PJC M	375,3	376,9	374,6	375,3	351,2	352,2	200	104	2	10,5	0,11
427	PJC M	425,8	427,2	425,8	426,5	402,4	403,4	200	104	2	10,5	0,14
478	PJC M	476,5	478,6	476,2	476,9	452,8	453,8	200	104	2	10,5	0,18
530	PJC M	528,3	530,3	528,1	528,8	504,7	505,7	200	104	2	10,5	0,22
550	PJC M	547,5	549,9	548,6	549,3	525,2	526,2	200	104	2	10,5	0,24
616	PJC M	615,0	617,1	614,6	615,3	591,2	592,2	200	104	2	10,5	0,3
650	PJC M	647,5	649,6	648,1	648,8	624,7	625,7	200	104	2	10,5	0,33
718	PJC M	716,9	718,9	716,3	717,0	690,9	691,9	200	104	3	11,5	0,41
752	PJC M	749,8	752,3	749,2	749,9	723,8	724,8	200	104	3	11,5	0,44
820	PJC M	818,5	820,8	818,1	818,8	792,7	793,7	200	104	3	11,5	0,53
860	PJC M	858,7	860,2	857,9	858,6	832,5	833,5	200	104	3	11,5	0,58
924	PJC M	922,4	923,9	921,4	922,1	894,0	895,0	200	104	4	12,5	0,67
960	PJC M	958,1	960,2	957,6	958,3	930,2	931,2	200	104	4	12,5	0,72
1026	PJC M	1024,1	1026,4	1023,7	1024,4	996,3	997,3	200	104	4	12,5	0,83
1099	PJC M	1096,6	1099,6	1096,2	1096,9	1068,8	1069,8	200	104	4	12,5	0,95
1229	PJC M	1227,3	1229,5	1226,2	1226,9	1198,8	1199,8	200	104	4	12,5	1,19
1280	PJC M	1277,9	1281,1	1276,9	1277,6	1249,5	1250,5	200	104	4	12,5	1,29
1348	PJC L	1346,0	1348,0	1346,0	1346,7	1310,6	1311,6	272	140	6	16,5	1,43
1434	PJC L	1432,26	1434,2	1431,2	1431,9	1394,8	1396,8	272	140	6	16,5	1,62
1499	PJC L	1495,3	1499,1	1495,3	1496,0	1458,9	1460,9	272	140	6	16,5	1,77
1535	PJC L	1535,7	1538,0	1531,6	1533,0	1495,2	1497,2	272	140	6	16,5	1,86
1638	PJC L	1635,7	1638,4	1630,7	1632,1	1594,3	1596,3	272	140	6	16,5	2,11
1720	PJC L	1716,5	1719,4	1712,3	1713,7	1675,9	1677,9	272	140	6	16,5	2,32
1780	PJC L	1777,0	1779,5	1774,0	1775,4	1737,6	1739,6	272	140	6	16,5	-
1842	PJC L	1839,4	1841,5	1835,4	1836,8	1799,0	1801,0	272	140	6	16,5	2,67
1937	PJC L	1935,6	1937,9	1931,6	1933,0	1895,2	1897,2	272	140	6	16,5	2,95
2047	PJC L	2043,0	2046,2	2039,0	2040,4	2002,6	2004,6	272	140	6	16,5	3,29
2160	PJC L	2154,5	2157,2	2150,5	2151,9	2114,1	2116,1	272	140	6	16,5	3,65
2250	PJC L	2246,37	2248,7	2242,32	2243,72	2201,92	2203,92	272	140	8	18,5	3,97
2400	PJC L	2394,0	2396,6	2390,0	2391,4	2349,6	2351,6	272	140	8	18,5	4,51
2453	PJC L	2450,2	2452,6	2446,2	2447,6	2405,8	2407,8	272	140	8	18,5	4,73
2555	PJC L	2551,2	2554,6	2547,2	2548,6	2506,8	2508,8	272	140	8	18,5	5,12

Tableau 4 – Dimensions des tubes et assemblages INOX PJC

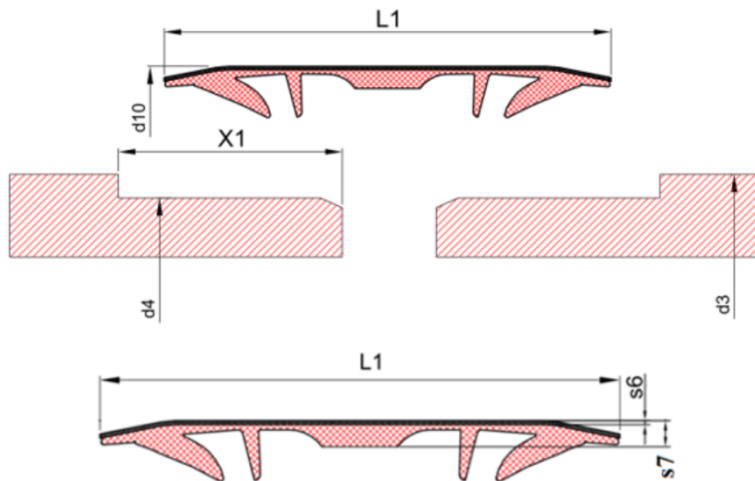


Figure 12 – Assemblages INOX PJC

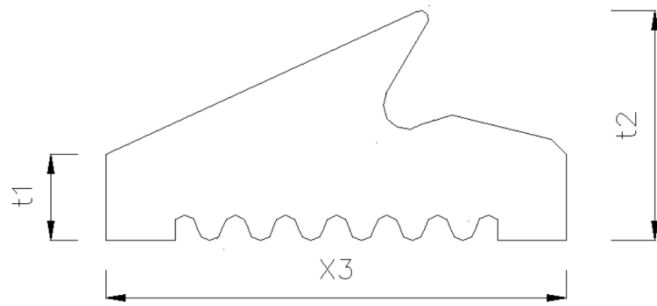
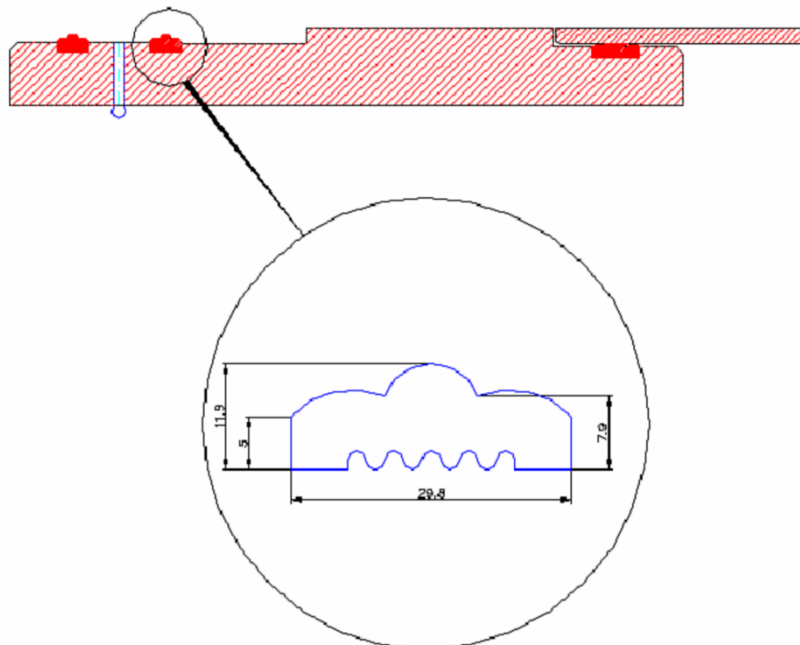


Figure 13 - Profil des élastomères pour assemblage PRV

Type	x3 (mm)	t 1 (mm)	t 2(mm)
Valeurs Moyennes			
M	20	3,7	10
L	30	5,5	15
XL	40	7,5	20
XXL	50	9,4	25

Tableau 5 – Dimensions des élastomères pour assemblage PRV



Configuration disponible avec tube équipé de manchon PRV ou manchon inox. Toutes les cotes indiquées sont en mm.

Figure 14 - Profil élastomère pour about tube aval de station de poussée intermédiaire NB.

OD	Type	32000		40000		50000		64000		80000		100000		128000		160000		200000		320000		640000		1000000		
		s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	
427	M																					34	2442	39	2941	
478	M																					41	3562	46	4113	
530	M																				36	3331	44	4345	51	5202
550	M																		33	3013	38	3687	47	4864	53	5623
616	M															34	3573	37	4034	43	4942	50	5975	58	7122	
650	M													33	3613	35	3940	38	4428	44	5387	54	6941	62	8143	
718	M											32	3844	35	4396	40	5303	43	5841	48	6726	59	8623	68	10124	
752	M									33	4226	36	4803	39	5376	42	5943	45	6505	51	7614	62	9595	72	11336	
820	L							33	4256	35	4681	38	5313	42	6148	45	6769	49	7588	54	8600	67	11164	78	13258	
860	L							35	4925	37	5370	40	6033	43	6691	47	7560	51	8421	58	9905	72	12789	80	14388	
924	L					34	5046	37	5768	40	6485	42	6960	46	7904	50	8839	54	9764	62	11588	77	14911			
960	L	31	4389	34	5146	36	5649	39	6398	42	7142	44	7635	48	8614	52	9585	56	10546	64	12442	80	16125			
1026	L	34	5463	36	6003	38	6540	41	7342	44	8138	48	9193	52	10238	56	11274	61	12556	68	14328					
1099	L	35	5949	38	6817	41	7680	44	8538	48	9674	51	10520	56	11919	59	12752	64	14128	73	16570					
1229	L	40	7914	43	8885	46	9851	49	10811	53	12084	56	13032	61	14602	66	16158	71	17699	81	20739					
1280	L	41	8419	45	9767	47	10437	52	12104	55	13097	59	14414	64	16046	68	17342									
1348	L	44	9810	47	10874	50	11934	54	13338	58	14734	62	16121	67	17841	72	19547									
1434	L	46	10872	49	12006	52	13135	57	15006	61	16492	65	17970	71	20169	76	21986									
1499	L	48	12124	52	13702	56	15271	60	16831	64	18382	68	19924	74	22219	79	24117									
1535	L	48	12339	52	13963	56	15578	60	17183	64	18780	69	20763	75	23124											
1638	L	52	14554	56	16282	60	18001	65	20137	70	22258	75	24366	81	26876											
1720	XL	55	15392	59	17204	64	19457	68	21249	73	23476	78	25690													
1780	XL	56	16284	60	18163	64	20032	69	22356	74	24666	80	27420													
1842	XL	59	18243	63	20186	68	22601	73	25002	78	27389	83	29762													
1937	XL	62	20407	67	22961	72	25500	77	28026	81	30037															
2047	XL	65	22426	70	25123	75	27807	81	31008	85	33131															
2160	XL	69	25634	74	28478	79	31307	85	34684	90	37483															
2250	XL	71	27472	76	30439	82	33982	87	36919	94	41007															
2400	XL	76	31674	81	34837	86	37985	93	42369	100	46725															
2453	XL	80	34843	82	36137	88	40005	95	44492	102	48952															
2555	XL	82	37414	85	39436	92	44135	99	48806	106	53450															
2999	XXL	94	47936	100	52693	108	59002	117	66058	127	73844															
3270	XXL	101	58378	108	64435	116	71323	126	79882																	
3600	XXL	111	73463	119	81080	128	89605	138	99024																	

Tableau 6 - Epaisseurs (mm) et force de rupture charge répartie (kN) - assemblages PRV

OD	Type	32000		40000		50000		64000		80000		100000		128000		160000		200000		320000		640000		1000000		
		s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	
272	FS3																			19	706	24	1031			
324	FS3																		20	917	23	1156	28	1544		
376	FS3													19	992	20	1087	23	1370	27	1740	32	2189			
427	FS3											19	1187	20	1296	21	1406	24	1730	28	2154	34	2774	39	3274	
478	FS3									21	1522	23	1768	25	2011	27	2253	29	2492	33	2963	41	3878	46	4431	
530	FS3							20	1574	23	1987	24	2124	26	2395	28	2665	31	3064	36	3719	44	4738	51	5599	
550	FS3			20	1703	21	1847	22	1990	24	2275	26	2558	28	2838	30	3116	33	3529	38	4206	47	5389	53	6153	
616	FS3			21	1984	23	2308	25	2629	27	2949	29	3266	32	3738	34	4050	37	4513	43	5424	50	6461	58	7613	
650	FS3	21	2183	24	2696	25	2865	26	3035	28	3371	30	3706	33	4203	35	4532	38	5021	44	5984	54	7544	62	8751	
718	FS4	23	2501	25	2881	27	3258	28	3446	30	3819	32	4191	35	4744	40	5654	43	6193	48	7081	59	8984	68	10490	
752	FS4	24	2771	26	3168	28	3563	30	3956	33	4540	36	5120	39	5694	42	6264	45	6828	51	7941	62	9930	72	11678	
820	FS4	25	3299	27	3733	29	4166	33	5024	35	5450	38	6084	42	6922	45	7544	49	8366	54	9381	67	11953	78	14055	
860	FS4	27	3969	29	4423	31	4876	35	5774	37	6220	40	6884	43	7543	47	8415	51	9277	58	10763	72	13654	80	15256	
924	FS5	29	4486	32	5218	34	5703	37	6426	40	7145	42	7621	46	8566	50	9502	54	10430	62	12257	77	15586			
960	FS5	31	5166	34	5925	36	6429	39	7179	42	7925	44	8419	48	9401	52	10374	56	11338	64	13239	80	16931			
1026	FS5	34	6340	36	6880	38	7419	41	8223	44	9021	48	10078	52	11126	56	12164	61	13450	68	15226					
1099	FS5	35	6997	38	7868	41	8734	44	9594	48	10734	51	11583	56	12986	59	13821	64	15202	73	17651					
1229	FS5	40	9510	43	10482	46	11450	49	12412	53	13687	56	14637	61	16210	66	17769	71	19313	81	22360					
1280	FS5	41	10105	45	11457	47	12129	52	13801	55	14797	59	16116	64	17754	68	19053									
1348	FS5	44	12139	47	13206	50	14267	54	15674	58	17072	62	18460	67	20184	72	21893									
1434	FS5	46	13509	49	14645	52	15776	57	17649	61	19138	65	20617	71	22820	76	24640									
1499	FS5	48	14773	52	16356	56	17929	60	19493	64	21048	68	22595	74	24897	79	26800									
1535	FS6	48	13528	52	15154	56	16772	60	18380	64	19979	69	21965	75	24330											
1638	FS6	52	15894	56	17625	60	19347	65	21486	70	23611	75	25723	81	28238											
1720	FS6	55	18248	59	20064	64	22321	68	24116	73	26348	78	28565													
1780	FS6	56	19781	60	21662	64	23535	69	25862	74	28176	80	30934													
1842	FS6	59	21784	63	23729	68	26147	73	28551	78	30941	83	33317													
1937	FS6	62	24460	67	27017	72	29560	77	32089	81	34102															
2047	FS6	65	27284	70	29986	75	32673	81	35880	85	38006															
2160	FS6	69	31233	74	34081	79	36914	85	40295	90	43098															
2250	FS6	71	33930	76	36901	82	40448	87	43388	94	47480															

Tableau 7 - Epaisseurs (mm) et force de rupture charge répartie (kN) - assemblages INOX Standard

OD	Type	32000		40000		50000		64000		80000		100000		128000		160000		200000		320000		640000		1000000		
		s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	s5	Fr	
324	PJC M																									
376	PJC M																						28	1210		
427	PJC M																									
478	PJC M																		29	1988	33	2459	41	3374	46	3928
530	PJC M																28	2104	31	2503	36	3158	44	4177	51	5039
550	PJC M																									
616	PJC M																									
650	PJC M																									
718	PJC M																									
752	PJC M																									
820	PJC M																									
860	PJC M																									
924	PJC M																									
960	PJC M	31	4136	34	4895	36	5398	39	6149	42	6895	44	7389	48	8371	52	9344	56	10308	64	12209	80	15901			
1026	PJC M	34	5237	36	5777	38	6316	41	7120	44	7918	48	8975	52	10023	56	11061	61	12347	68	14123					
1099	PJC M	35	5814	38	6685	41	7551	44	8412	48	9551	51	10400	56	11803	59	12638	64	14019	73	16468					
1229	PJC M	40	8183	43	9156	46	10123	49	11086	53	12361	56	13311	61	14884	66	16443	71	17987	81	21034					
1280	PJC M	41	8723	45	10075	47	10747	52	12419	55	13414	59	14734	64	16372	68	17671									
1348	PJC L	44	9194	47	10260	50	11322	54	12729	58	14126	62	15515	67	17239	72	18948									
1434	PJC L	46	10176	49	11312	52	12443	57	14317	61	15805	65	17285	71	19487	76	21307									
1499	PJC L	48	11288	52	12871	56	14444	60	16008	64	17564	68	19110	74	21412	79	23315									
1535	PJC L	48	11045	52	12672	56	14289	60	15897	64	17496	69	19483	75	21848											
1638	PJC L	52	13247	56	14978	60	16700	65	18839	70	20965	75	23076	81	25591											
1720	PJC L	55	15443	59	17259	64	19515	68	21311	73	23542	78	25759													
1780	PJC L	56	16873	60	18754	64	20626	69	22954	74	25267	80	28025													
1842	PJC L	59	18799	63	20744	68	23162	73	25566	78	27956	83	30331													
1937	PJC L	62	21315	67	23873	72	26416	77	28945	81	30958															
2047	PJC L	65	23933	70	26635	75	29323	81	32529	85	34656															
2160	PJC L	69	27727	74	30574	79	33407	85	36789	90	39591															
2250	PJC L	71	29000	76	31971	82	35518	87	38458	94	42551															
2400	PJC L	76	34098	81	37264	86	40416	93	44805	100	49167															
2453	PJC L	80	37595	82	38890	88	42763	95	47255	102	51719															
2555	PJC L	82	40226	85	42251	92	46957	99	51635	106	56285															

Tableau 8 - Epaisseurs (mm) et force de rupture charge répartie (kN) - assemblages INOX PJC