

GUIDE TECHNIQUE CANALISATION PRV POUR ADDUCTION D'EAU

G.C.E.R.
Route de Thrayet
4041-KSIBET SOUSSE
Tél.: (216) 73 23 89 63 - Fax: (216) 73 23 89 63
Adresse e-mail: gcer@planet.tn

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION

II- CODES ET STANDARD

III- INFORMATIONS SUR PRODUIT GGER

- 3.1 Capacité de production
- 3.2 Classes de pression
- 3.3 Classes de rigidité
- 3.4 Types d'assemblage
- 3.5 Perte de charge dans les conduites
- 3.6 Propriétés physique

IV- RESEAUX DE CANALISATIONS ENTERREES

- 4.1 Généralités
- 4.2 Profondeur d'enfouissement
- 4.3 Charge roulantes
- 4.4 Point d'ancrage

V- ASSURANCE QUALITE

VI- PROGRAMME DE FABRICATION DES CANALISATIONS PRV

Toute information était correcte au moment où elle fut imprimée. Nous nous réservons cependant le droit de changer, d'adopter et de mettre à jour tout produit, système et service décrit dans ce guide

I- INTRODUCTION

Le présent guide technique a été réalisé a fin de permettre aux futurs utilisateurs de nos produits, de concevoir et etudier leur projet en fonction de grands avantages de nos conduites PRV

En effet nos conduites PRV peuvent être de meilleures substituent que le conduites actuellement proposées (beton, fonte, acier...) grâce à:

- Tres grandes résistance à la corrosion
- D'excellentes propriétés mecaniques
- Faible poids
- Grande facilité d'installation

Les conduites PRV sont généralement choisies gâce à leurs facilitées d'installation et leurs tres longue durée dans le temps, même en présence de fluides agressifs

II- CODES ET STANDARD

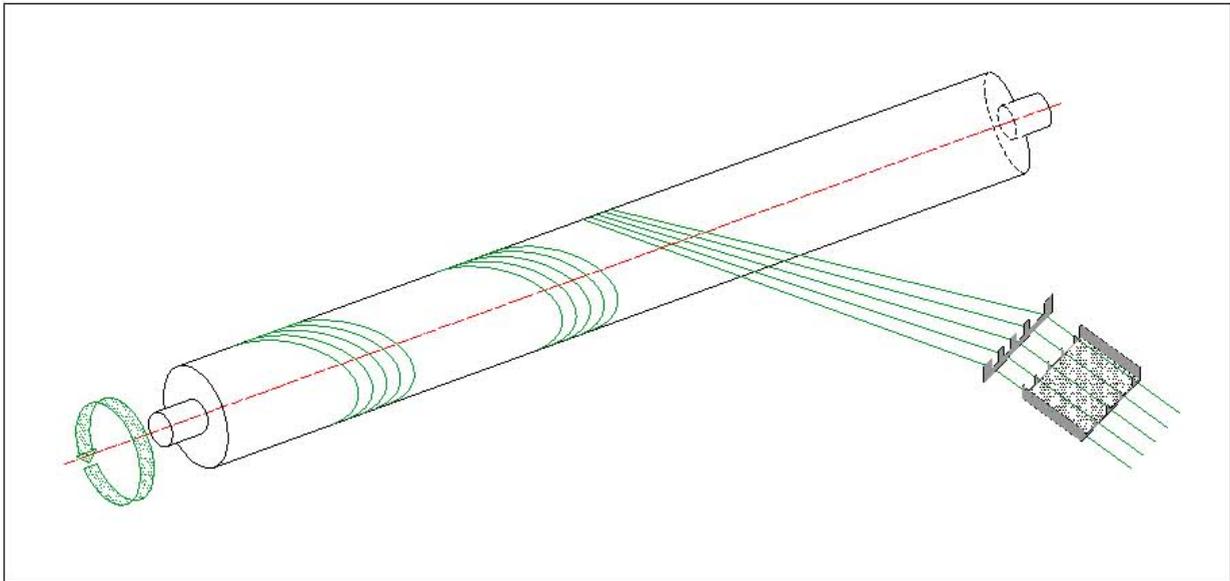
ASTM D 570	Détermination de l'absorption
ASTM D 792	Détermination du poids spécifique
ASTM D 1598	Détermination de la défaillance à long terme d'un tube sous pression hydrolique constante
ASTM D 1599	Détermination de la pression hydrolique provoquant la défaillances à court terme des tubes et accessoires
ASTM D 2105	Résistance en traction axiale des tubes
ASTM D 2143	Résistance des tubes en SVR soumis aux pressions cycliques
ASTM D 2310	Classification des tubes en stratifié verre résine
ASTM D 2412	Détermination de la rigidité spécifique à l'ovalisation
ASTM D 2563	Classification des défauts visuels dans les tubes SVR
ASTM D 2583	Contrôle de dureté barcol
ASTM D 2734	Vide admissible et densité d'un stratifié
ASTM D 2584	Essai pour déterminer la teneur en verre résine d'un stratifié
ASTM D 2925	Flèche d'un tube SVR plein
ASTM D 2992	Obtention de données de base pour le calcul hydrostatique de tuyaux et raccord en SVR
ASTM D 3418	Température de transition vitreuse par analyse thermique
ASTM D 3517	Standard Specification Fiberglass Pressure Pipe
ASTM D 3681	Standard Test Methode For Chemical Resistance of FTRP in a Deflected Condition
ASTM D 3754	Standard Specification Fiberglass Sewer and Industrial Pressure Pipe 8-144 inch diameter
ASTM D 3839	Standard practise for Underground installation of flexible RTRP and RTMP
ASTM D 4161	Standard Specification Fiberglass Pipe joints using Flexible Elastmeric Seals
ISO 7370	Tubes en stratifié verre résine diamètre nominal et réel, longueur standard
AWWA C 590	Norme pour tube SVR série pression enterrée
AWWA M-45	Fiberglass Pipe Design Manual
BS 5480	Spécification pour tube SVR destiné à véhiculer de l'eau potable ou usée

Nota : Des essais correspondant à des normes particulières peuvent être effectués suivant accord entre le client et GCER

II- INFORMATION SUR LE PRODUIT

3.1 Capacité de production :

GGER dispose en TUNISIE une ligne de production de canalisations **PRV** en enroulement filamenteux de diamètre nominal 125 mm à 2500 mm (schéma ci-après principe de l'enroulement filamenteux)



GGER propose également tous types d'accessoires de raccordement en **PRV**. (**coude, té, brides, etc....**)

3.2 Classe de pression:

Les canalisations seront dimensionnées en fonction des pressions nominale

Les pressions nominales sont

- Gravitaire
- PN 4
- PN 6
- PN 10
- PN 16

(Voir paragraphe VI pour les tableaux récapitulatifs)

Pour les pressions intermédiaires ou supérieures, celles-ci pourront être calculées grâce à la formule suivante :

La tenue à la pression interne est liée à la résistance à long terme ou HDB.
L'AWW A C 950 donne la formule suivante/

$$P_c \leq \left(\frac{HDB}{F_s} \right) \times \left(\frac{2t}{D} \right)$$

Où

- HDB = Basse hydrostatique de calcul en N/mm²
 F_s = Facteur de sécurité 1,8
 t = épaisseur de la paroi de résistance mécanique en mm
 D = diamètre moyen qui est égal à :

$$D_{int} + 2 t_{liner} + t_{RM}$$

La valeur de HDB est obtenue par essai à long terme (ASTM D 2992) en pression statique.
 AWWA C950 demande une extrapolation des résultats obtenus sur 50 ans, avec un coefficient de sécurité à 50 ans des 1,8.
 dans tous les cas la pression de service ne devra excéder la pression de classement $P_w \leq P_c$

3.3 Classe de rigidité :

Les canalisations sont également dimensionnées en fonction de leur rigidité spécifique.

Les rigidités seront tel que :

- 1 250 N/m²
- 2 500 N/m²
- 5 000 N/m²
- 10 000 N/m²

(Voir paragraphe VI pour les tableaux récapitulatifs)

Pour des rigidités intermédiaires ou supérieure, elles pourront être calculées grâce à la formule suivante :

La rigidités annulaire de la conduite est calculée à partir de la formule obtenue de la norme ASTM D 2412 :

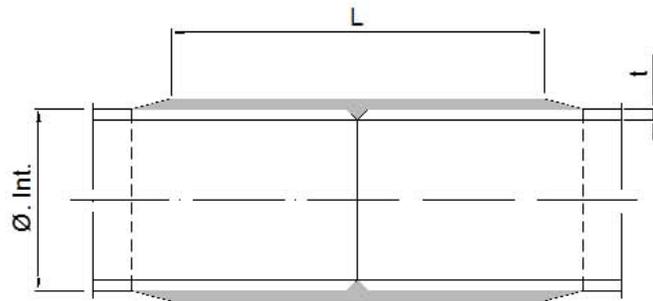
$$STIS = \frac{E \times t^3 \times 10^6}{12 \times D^3}$$

- E : Module d'élasticité circonférentiel en N/mm²
 t : Epaisseur du stratifié mécanique
 D : Diamètre moyen

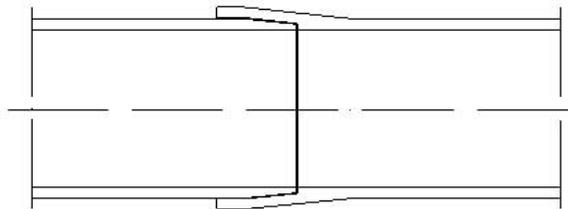
3.4 Type d' amblage

GCER proposes 7 types d' assemblage :

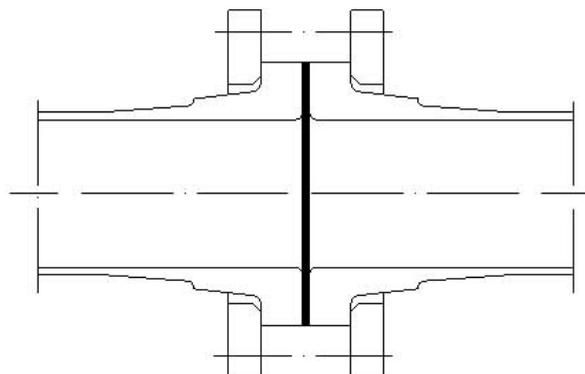
A - Par Frettage



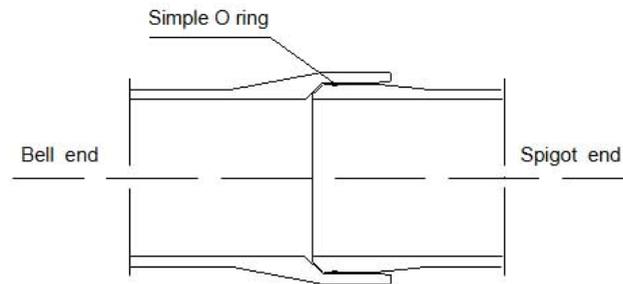
B - Par Collage



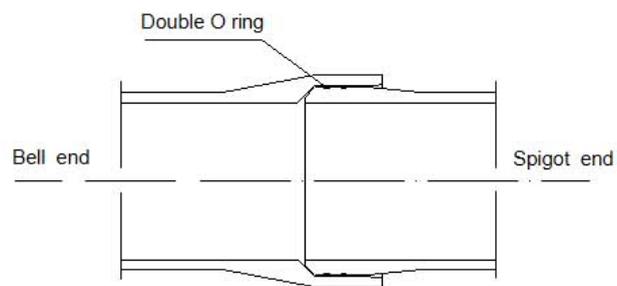
C - Par Brides



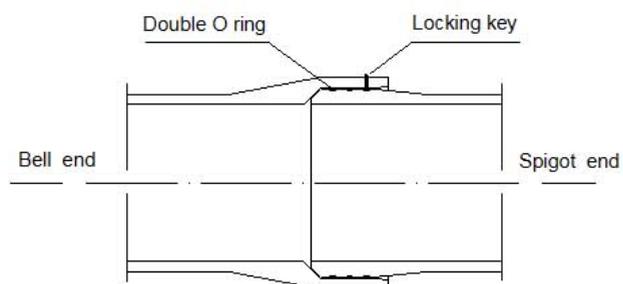
D - Par Emboîtement avec 1 Joint Torique



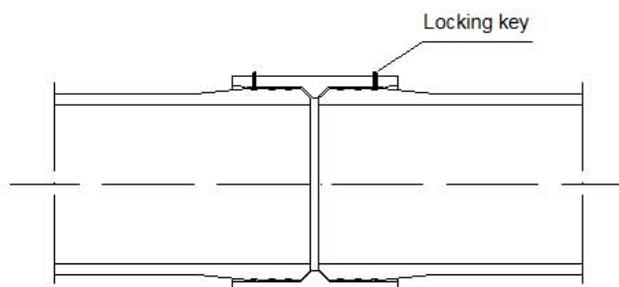
E - Par Emboîtement avec 2 Joints Toriques



E - Par Emboîtement avec 2 Joints Toriques et une clef de blocage



G - Manchon avec 2 Joints Toriques et une clef de blocage



3.5 Perte de charge :

Les pertes des charge pour des tuyauteries en PRV sont relativement faible grâce à la surface interne très lisse, et compte tenu de leur excellente résistance contre la corrosion, aucun facteur de détérioration de ces propriétés dans le temps n' est requis

Les tableaux de débits sont représentés ci-après, ils sont exprimés de colonne d' eau à 10°C par m7tre de longueur de conduite

Aux températures des service supérieures, les viscosités cinématique de l' eau décroît, ce qui entraîne des pertes des charge encore moindres

Tableau 1 pour les conduites de DN 25 à 300

Tableau 2 pour les conduites supérieure à 300

Tableau N°1

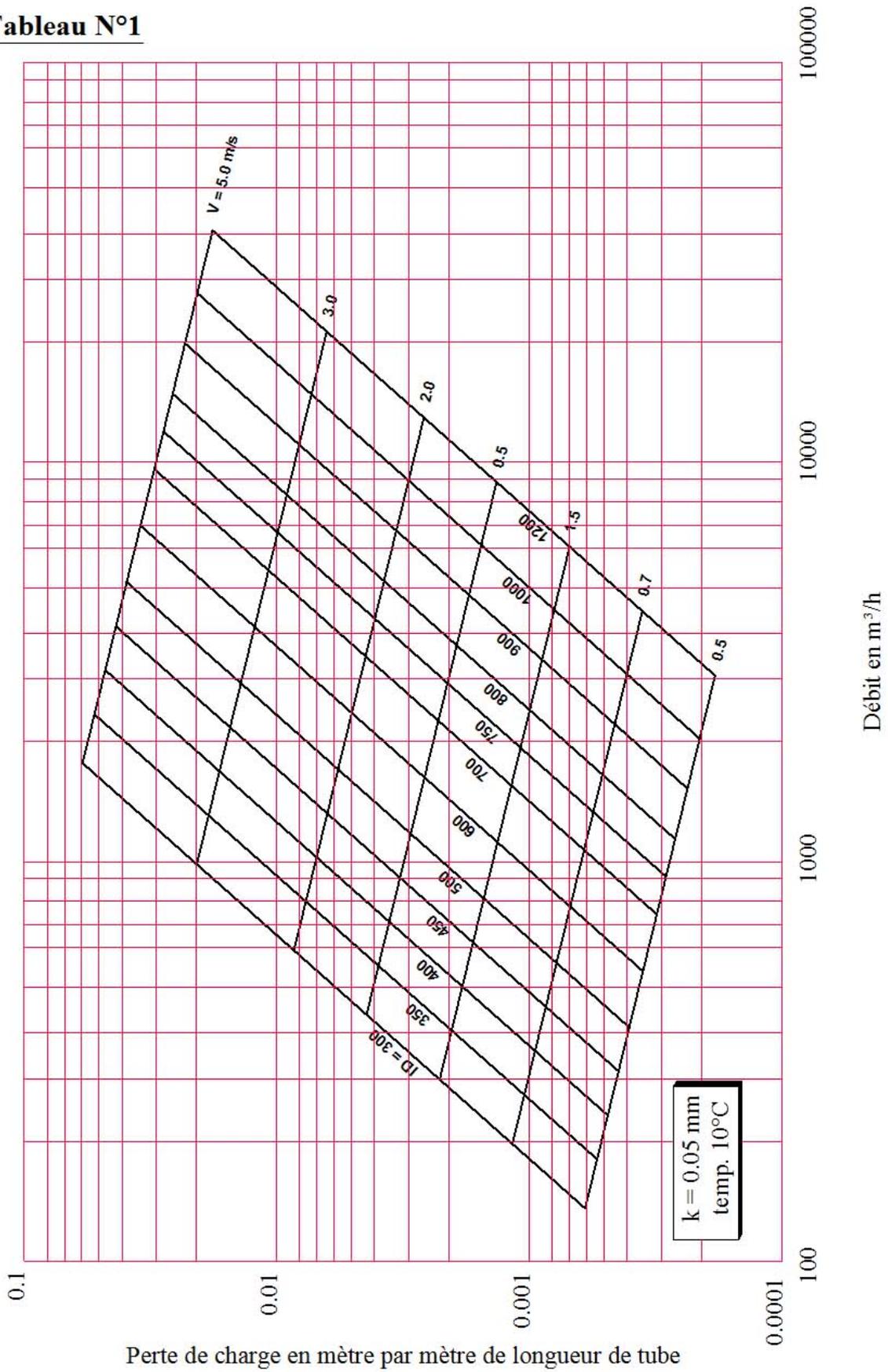
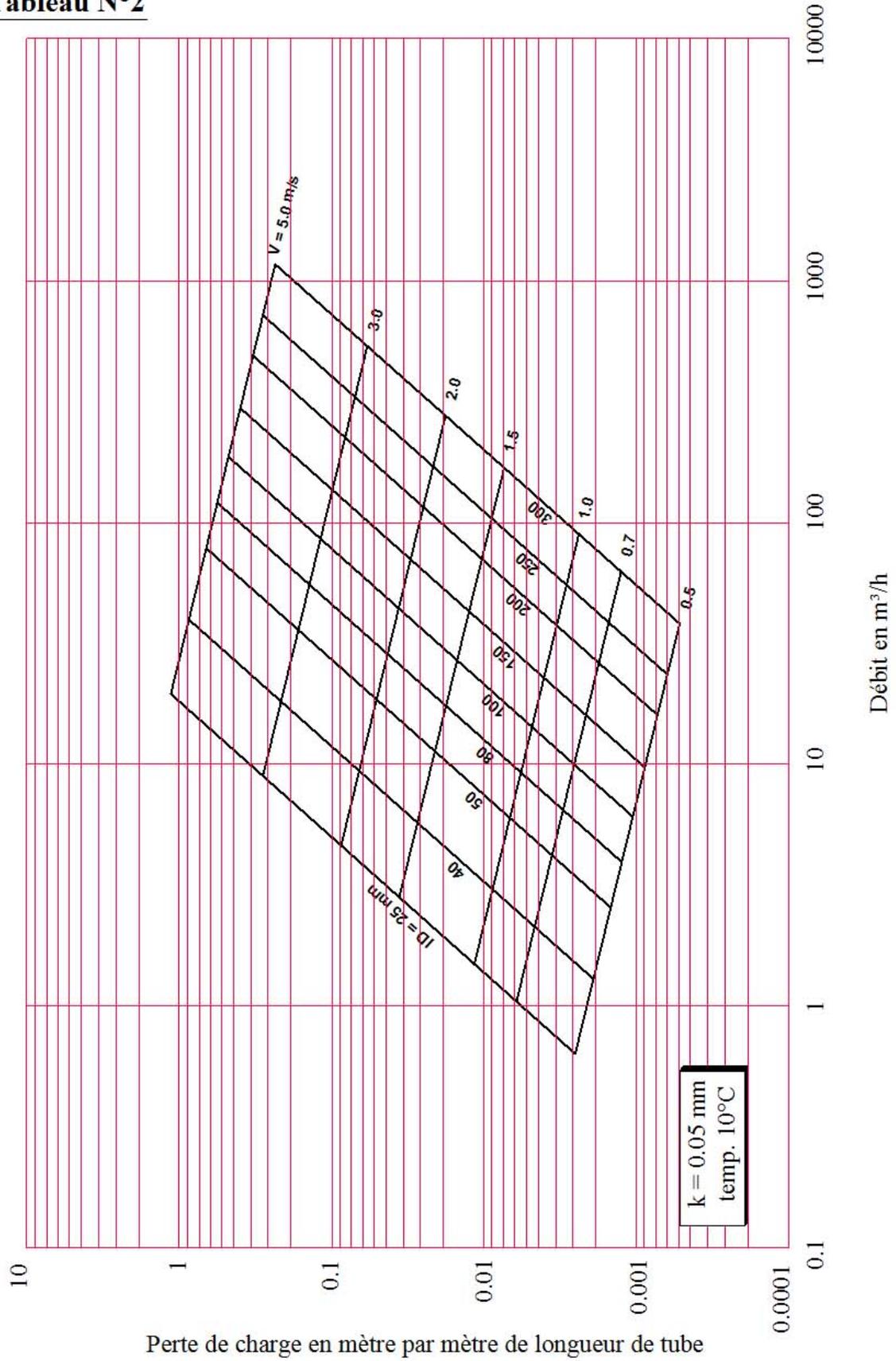


Tableau N°2



Pour des cas plus spécifiques, avec variation des données de base nous utiliserons la formule ci-apres

Calcul de la perte de charge dans un tube en Bar.

$$dp = \frac{V^2 \times d}{2} \times \frac{L}{D} \times (5.5 + 400) \times 10^{-8} \left(\frac{V \cdot D}{W} \right)^{0.3}$$

dp = pertes de charge en bar
Head loss

V = Vitesse en m/s
Velocity

d = Densité des fluide (Kg/m³)
Specific gravity

D = Diamètre intérieur du tube (m)
Pipe length

W = Viscosité cinématique du fluide (m²/s)
Viscosity

Température du fluide (eau)	D (Kg/m ³)	W (m ² /s)
20°C	1000	1,00 x 10 ⁻⁶
80°C	970	0,36 x 10 ⁻⁶
110°C	950	0,27 x 10 ⁻⁶

3.6 Propriétés physiques des canalisations PRV :

3.6.1 Propriétés Physico-Chimique

Densité résine	1,16 Kg/dm ³	
Densité Verre E	2,55 Kg/dm ³	
Pourcentage pondéral de fibre	65 % ± 5 %	
Densité composite	1.85 Kg/dm ³ ± 0,05	
Température de Transition Vitreuse (DSC)	> 60°C	
Rugosité moyenne de la surface interne	Ra < 0.5 μ	
Coefficient HAZEN & WILLIAMS	150	
Coefficient de dilatation linéaire	20.10 ⁻⁶ m/m °C	Axial
	12.10 ⁻⁶ m/m °C	Circonférentiel
Conductivité thermique	0.19 W/m °C	
Résistivité	>10 Ω m	
Résistance de Surface	>10 Ω	

3.6.2 Propriétés Mécanique :

Densité du composite	1,85 Kg/dm ³ ± 0,05
Température de transition Vitreuse (DSC)	> 60°C
Module d' Young Axiale E1	13 000 Mpa
Module d' Young Circonférentiel E2	20 000 Mpa
Coefficient de poisson principal	0,58
Coefficient de poisson secondaire	0,4
Résistance à la traction axiale	60 Mpa (fin limite élastique)
	80 Mpa (rupture)

Résistance à la traction circonférentiel	96 Mpa (fin limite élastique)
	190 Mpa (rupture)
Résistance à la traction circonférentiel	70 Mpa (fin limite élastique)
	125 Mpa (rupture)

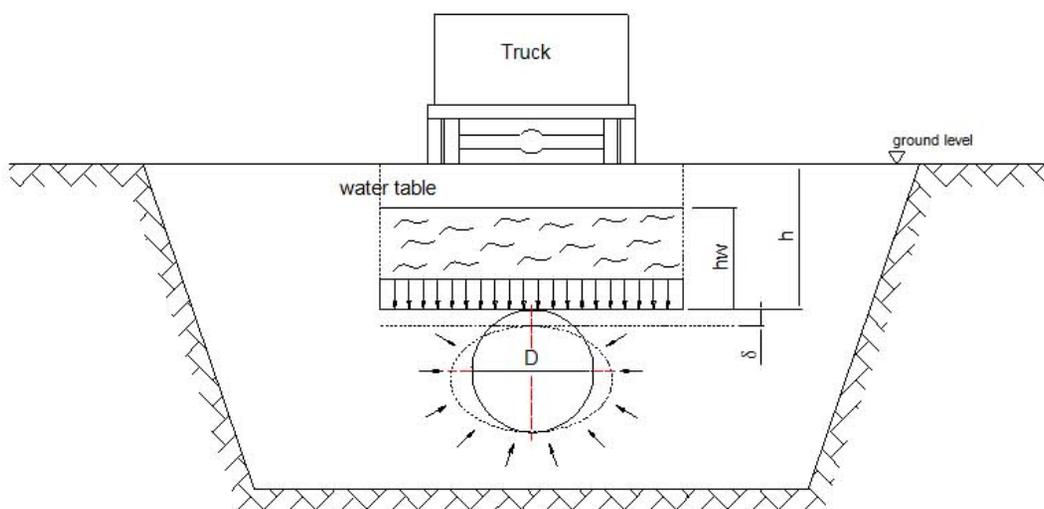
IV- RESEAUX DE CANALISATIONS ENTERREES:

4.1 Généralités :

Les canalisations enterrées doivent être installées de manière à s'assurer que les charges ne causeront pas à long terme un endommagement de la canalisation.

L'AWWA C 950 impose dans ce sens que la déflexion maximale admissible pour une canalisation enterrée sous charge ne devra excéder 5% du diamètre intérieur de la conduite conformément à la sec. A3.3 de la norme

La déflexion est fonction de la nature du terrain, du remblai et de l'interaction canalisation sol.



Les choix d'une canalisation enterrée doit être gouverné à la fois par sa pression, sa température, les charges roulantes et des déformations engendrées par le sol.

C chapitre étudie plus spécifiquement cet aspect

4.2 Profondeur d'enfouissement:

Le phénomène d'ovalisation est dû au poids du remblai s'appliquant verticalement sur le tube, bien entendu celui-ci sera d'autant plus important que la profondeur d'enfouissement est importante

Bien entendu l'ovalisation dépend aussi du type de remblai et de son degré de compactage. Un degré de compactage élevé autour d'une canalisation lui assurera une meilleure résistance à cette déformation.

L'ovalisation initiale sans charge roulante est obtenue à partir de la formule de SPANGLER, cette valeur est exprimée en %:

$$\Delta y = \frac{DL \times Wc \times KX \times r^3}{EI + 0,061 E' r^3}$$

Ou :

- DL : Facteur de flexion retardée. (sans dimension)
- Wc : Charge vertical du sol sur la canalisation (N/mm)
- KX : Coefficient de déflexion (sans dimension)
- r : Rayon moyen (mm)
- EI : Facteur de rigidité de la paroi de la canalisation (N. mm²/mm)
- E' : Module de réaction du sol
- I : Inertie de la paroi de la canalisation $I = \frac{t^3}{12}$ (mm³)

avec

$$Wc = \frac{\gamma_s \times H \times OD}{10^6}$$

- γ_s : Poids spécifique du sol en Kg/m³
- H : profondeur d'enfouissement en m

Types de remblai	Degré de compactage (% Proctor)	Module de réaction du sol: E' (Mpa)	Coefficient KX (-)
Graviers grossiers contenant Moins de 12% de grains fin GW, GP, SW, SC, (1)	Faible : <85	6,9	0,110
	Moyen : 85-95	13,8	0,103
	Elevé : > 95	20,7	0,083
Graviers grossiers contenant Moins de 12% de grains fin GM, GC, SM, SC, (1)	Faible : <85	2,8	0,110
	Moyen : 85-95	6,9	0,103
	Elevé : > 95	13,8	0,083
Sols à grains fins contenant Plus de 25% de grains grossiers CL, ML, ML, CL-CH, ML-MH,	Faible : <85	2,8	0,110
	Moyen : 85-95	6,9	0,103
	Elevé : > 95	13,8	0,083
Sols à grains fins contenant Moins de 25% de grains grossiers CL, ML, ML, CL-CH, ML-MH,	Faible : <85	1,4	0,110
	Moyen : 85-95	2,8	0,103
	Elevé : > 95	6,9	0,083

Note 1 : et pour chaque type de sol comportant l'un de ces symboles

Tableau 1 : Caractéristiques des différents types de remblai.

La définition des symboles correspondant aux sols constituant chacune de ces classes, est reprise dans les tableau 2.

CLASSIFICATION DES SOLS	
Symboles	Définition de sol
GW	Graver de bonne qualité, mélange de sable et gravier, peu ou pas de grains fins.
GP	Graver de base qualité, mélange de sable et gravier, peu ou pas de grains fins.
GM	Graver limoneux, mélange de basse qualité de gravier, sable et limon.
GC	Graver argileux, mélange de basse qualité de gravier, sable et argile.
SW	Sable de bonne qualité, sable grossier contenant peu ou pas de grains fins.
SP	Sable de bonne qualité, sable grossier contenant peu ou pas de grains fins.
SM	Sable limoneux, mélange de basse qualité sable et limon.
SC	Sable argileux, mélange de basse qualité sable et argile.
ML	Limon inorganique et sable très fins, sable fin limoneux ou argileux.
CL	Argile inorganique de basse à moyenne plasticité.
MH	Limon inorganique, sol sablonneux, fin ou limoneux, diatomées, limon élastique.
CH	Argile inorganique de haute plasticité, argile grasse.

Tableau 2 : Classification des sols selon la norme ASTM D2487.

ATTENTION: Il est vivement recommandé de se limiter à de sables ou a des petits graviers n'exédent pas 20mm, et d'éviter le concassée comme matériau de remblai des conduites en PRV. Les composites sont sensibles au poinçonnement, et des arrêts vives peuvent les endommager irrémédiablement.

Charge roulante :

Lorsque les conduites sont soumises à des charges combinées remblai + charge roulante l'AWWA C 950 permet de dimensionner la canalisation en fonction des ces 2 paramètres.

En règle générale on admet que lorsqu'une canalisation est enterrée à une profondeur supérieure à 5.2m, on peut s'affranchir des charges roulantes car elles ne sont plus prépondérantes dans le calcul.

Pour de profondeurs inférieur à 1.2m il est conseillé lorsque cela est possible de protéger les canalisations en les insérant dans des buses qui reprendront les efforts soit des poser des dalles bétons en surface à la verticale de conduite, de façon à répartir les efforts sur une plus grandes surfaces.

L'ovalisation initiale sous charge combiné est obtenue à partir de la formule de SPANGLER, cette valeur est exprimée en %:

$$\Delta y = \frac{(DLW_C + WL) K_X r^3}{EI + 0,061 E' r^3}$$

Ou :

DL	:	Facteur de flexion retardée. (sans dimension)
W _C	:	Charge vertical du sol sur la canalisation (N/mm)
K _X	:	Coefficient de déflexion (sans dimension)
r	:	Rayon moyen (mm)
EI	:	Facteur de rigidité de la paroi de la canalisation (N. mm ² /mm)
E'	:	Module de réaction du sol
I	:	Inertie de la paroi de la canalisation $I = \frac{t^3}{12}$ (mm ³)

avec

$$W_C = \frac{\gamma_s H OD}{10^6}$$

γ_s : Poids soécifique du sol en Kg/m³

H : profondeur d' enfouissement en m

$$W_L = \frac{CLP (1 + F1)}{1000}$$

CL : Coefficient de charge vivante

P : Charge roulante (N)

IF Facteur d'impact $IF = 0.766 - 0.436 H$ avec $0 \leq IF \leq 0.5$

4.4 Points d'ancrage

A fin d'éviter tous déplacements des canalisations PRV enterrées, il est préconisé d'ancrer tous les changements de directions dans les blocs béton permettant l'absorption des poussées axiales.

Ces massifs d'ancrage sont d'autre part à prévoir dans les différents cas suivants :

- Lors de jonction entre canalisation non résistantes à la traction.
- Lors de pression de service est élevée
- Dans les cas d'un remblai faiblement compacté
- Lors d'un raccordement sur un réseau de nature différente.

L' utilisation de jonction résistantes aux efforts axiaux (jonction stratifiées, à brides fixes ou à joint élastomère avec blocage axiale) ne dispose pas de la pose de ces massifs d'ancrage assurant une bonne stabilité au réseau

Les contraintes qui peuvent être générées sur les massif déancrage sont de 2 types

- Contraintes liées à la dilatation
- Contraintes liées à la pression

a) Détermination de la contrainte liée à la dilatation :

$$\sigma_1 = E_1 \times \sigma \times \Delta t$$

σ : Coefficient de dilataion thermique axiale : $20.10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

E_1 : Module d'élasticité axiale : 10000 MPa

Δt : Différence de température en $^\circ\text{C}$. ($\Delta t = t_{\text{service}} - t_{\text{pose}}$)

De cette contrainte nous déterminons la forces de poussées axiale.

$$F = \sigma_1 \times \pi \times DN \times t_s$$

σ_1 : Contrainte Axiale thermique MPa

DN : Diamètre intérieur conduite mm

t_s : Epaisseur total

F : Exprimée en ©

b) Détermination de la contrainte liée à la pression :

$$\sigma_2 = \frac{P_s \times D}{4 \times t}$$

P_s : Pression de service MPa

D : Diamètre moyen en mm

t : Epaisseur de structure mécanique

$$\sigma_2 < \sigma \text{ admissible de la canalisation}$$

VI- PROGRAMATION DE FABRICATION DES CANALISATIONS PRV POUR ADDITION D'EAU

DANALISATION PRV RESEAU GRAVITAIRE

Diamètre mm	Rigidité(STIS) Pa	Epaisseur liner mm	Epaisseur RM mm	Epaisseur Total mm	Poids/mL kg	Longueur Utile ml	Poids/Tube kg
500	1250	0.9	4.6	5.5	17	12	200
	2500	0.9	5.8	6.7	21	12	243
	5000	0.9	7.4	8.3	25	12	300
	10000	0.9	9.3	10.2	31	12	371
600	1250	0.9	5.5	6.4	24	12	278
	2500	0.9	7.0	7.9	29	12	341
	5000	0.9	8.8	9.7	36	12	422
	10000	0.9	11.2	12.1	44	12	525
700	1250	0.9	6.4	7.3	31	12	370
	2500	0.9	8.1	9.0	38	12	456
	5000	0.9	10.3	11.2	48	12	566
	10000	0.9	13.0	13.9	59	12	707
800	1250	0.9	7.4	8.3	40	12	476
	2500	0.9	9.3	10.2	49	12	588
	5000	0.9	11.7	12.6	61	12	732
	10000	0.9	14.9	15.8	77	12	915
900	1250	0.9	8.3	9.2	50	12	594
	2500	0.9	10.5	11.4	62	12	737
	5000	0.9	13.2	14.1	77	12	918
	10000	0.9	16.7	17.6	96	12	1150
1000	1250	0.9	9.2	10.1	61	12	726
	2500	0.9	11.6	12.5	76	12	902
	5000	0.9	14.7	15.6	94	12	1126
	10000	0.9	18.6	19.5	118	12	1412
1100	1250	0.9	10.1	11.0	73	12	871
	2500	0.9	12.8	13.7	91	12	1084
	5000	0.9	16.1	17.0	113	12	1355
	10000	0.9	20.4	21.3	142	12	1701
1200	1250	0.9	11.0	12.2	86	12	1029
	2500	0.9	13.9	15.2	107	12	1283
	5000	0.9	17.6	19.5	134	12	1605
	10000	0.9	22.3	24.2	169	12	2017
1300	1250	0.9	11.9	13.1	101	12	1201
	2500	0.9	15.1	16.6	125	12	1498
	5000	0.9	19.1	20.4	157	12	1876
	10000	0.9	24.1	25.0	197	12	2359
1400	1250	0.9	12.9	14.3	116	12	1386
	2500	0.9	16.2	17.8	145	12	1730
	5000	0.9	20.5	21.4	181	12	2169
	10000	0.9	26.0	26.9	228	12	2729
1500	1250	0.9	13.8	15.4	132	12	1583
	2500	0.9	17.4	19.3	165	12	1979
	5000	0.9	22.0	23.9	207	12	2482
	10000	0.9	27.8	28.7	261	12	3125
1600	1250	0.9	14.7	16.4	150	12	1794
	2500	0.9	18.6	19.9	187	12	2244
	5000	0.9	23.5	24.4	235	12	2817
	10000	0.9	29.7	30.6	296	12	3548
1700	1250	0.9	15.6	17.3	169	12	2018
	2500	0.9	19.7	20.6	211	12	2526
	5000	0.9	24.9	25.8	265	12	3173
	10000	0.9	31.5	32.4	334	12	3998
1800	1250	0.9	16.5	18.4	188	12	2256
	2500	0.9	20.9	21.8	236	12	2825
	5000	0.9	26.4	27.3	296	12	3550
	10000	0.9	33.4	34.3	373	12	4475

DANALISATION PRV RESEAU PRESSION

Diamètre mm	Pression bar	Epaisseur liner mm	Epaisseur RM mm	Epaisseur Total mm	Poids/mL kg	Longueur Utile ml	Poids/Tube kg
500	4	0.9	2.0	2.9	9	12	105
	6	0.9	3.0	3.9	12	12	141
	10	0.9	5.1	6.0	18	12	216
	16	0.9	8.2	9.1	28	12	329
600	4	0.9	2.4	3.3	12	12	143
	6	0.9	3.6	4.5	17	12	196
	10	0.9	6.1	7.0	26	12	302
	16	0.9	9.8	10.7	39	12	465
700	4	0.9	2.8	3.7	16	12	187
	6	0.9	4.2	5.1	22	12	258
	10	0.9	7.1	8.0	34	12	403
	16	0.9	11.4	12.3	53	12	625
800	4	0.9	3.2	4.1	20	12	236
	6	0.9	4.8	5.7	28	12	330
	10	0.9	8.1	9.0	44	12	519
	16	0.9	13.0	13.9	68	12	808
900	4	0.9	3.6	4.5	25	12	292
	6	0.9	5.5	6.4	35	12	410
	10	0.9	9.1	10.0	55	12	649
	16	0.9	14.7	15.6	85	12	1015
1000	4	0.9	4.9	4.9	30	12	353
	6	0.9	9.2	7.0	42	12	499
	10	0.9	11.6	11.0	67	12	794
	16	0.9	14.7	17.2	104	12	1245
1100	4	0.9	4.4	5.3	35	12	420
	6	0.9	6.7	7.6	50	12	596
	10	0.9	11.1	12.0	80	12	953
	16	0.9	17.9	18.8	125	12	1499
1200	4	0.9	4.8	5.7	41	12	492
	6	0.9	7.3	8.2	59	12	702
	10	0.9	12.1	13.0	94	12	1127
	16	0.9	19.5	20.4	149	12	1777
1300	4	0.9	5.2	6.1	48	12	570
	6	0.9	7.9	8.0	69	12	817
	10	0.9	13.2	14.1	110	12	1315
	16	0.9	21.2	22.1	174	12	2078
1400	4	0.9	5.6	6.5	55	12	654
	6	0.9	8.5	9.4	79	12	940
	10	0.9	14.2	15.1	127	12	1518
	16	0.9	22.8	23.7	201	12	2402
1500	4	0.9	6.0	6.9	62	12	744
	6	0.9	9.1	10.0	90	12	1072
	10	0.9	15.2	16.1	145	12	1735
	16	0.9	24.4	25.3	230	12	2750
1600	4	0.9	6.4	7.3	70	12	840
	6	0.9	9.7	10.6	101	12	1212
	10	0.9	16.2	17.1	164	12	1967
	16	0.9	26.1	27.0	261	12	3122
1700	4	0.9	6.8	7.7	79	12	941
	6	0.9	10.3	11.2	114	12	1362
	10	0.9	17.2	18.1	185	12	2213
	16	0.9	27.7	28.6	294	12	3517
1800	4	0.9	7.2	8.1	88	12	1048
	6	0.9	10.9	11.8	127	12	1520
	10	0.9	18.2	19.6	207	12	2474
	16	0.9	29.3	30.2	328	12	3935