



valsir®

QUALITÉ POUR LA PLOMBERIE



PEXAL

Mise en oeuvre et utilisation du tube multicouche et des raccords
Projet de réseaux hydrauliques

- ✓ Haute résistance à l'abrasion, aux incrustations et à la corrosion
- ✓ Débit élevé
- ✓ Imperméabilité à l'oxygène
- ✓ Un produit unique pour les installations sanitaires et de chauffage
- ✓ Rapidité et fiabilité de l'installation





DET NORSKE VERITAS

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificato No. / Certificate No. **CERT-00192-94-AQ-MIL-SINCERT**

Si attesta che / This certifies that

IL SISTEMA DI GESTIONE PER LA QUALITÀ DI / THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF

VALSIR S.p.A.

Località Merlaro, 2 - 25078 Vestone (BS) - Italy

Località Piani di Mura - 25070 Casto (BS) - Italy

Via Comunale, 125 - Frazione Carpeneda - 25079 Vobarno (BS) - Italy

Via della Ferriera, 1 - 25079 Vobarno (BS) - Italy

**È CONFORME AI REQUISITI DELLA NORMA PER I SISTEMI DI GESTIONE PER LA QUALITÀ
CONFORMS TO THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS STANDARD**

UNI EN ISO 9001:2000 (ISO 9001:2000)

Questa certificazione è valida per il seguente campo applicativo:

This certificate is valid for the following products or services:

(Ulteriori chiarimenti riguardanti lo scopo e l'applicabilità dei requisiti della normativa si possono ottenere consultando l'organizzazione certificata)
(Further clarifications regarding the scope and the applicability of the requirements of the standard(s) may be obtained by consulting the certified organisation)

Progettazione e produzione di cassette di risciacquamento per incasso ed esterne.

Produzione di tubi e raccordi per scarico in polipropilene copolimero, polipropilene omopolimero autoestinguente, polipropilene fonoassorbente, polietilene ad alta densità.

Produzione di tubi per impianti sanitari e di riscaldamento in multistrato e in polietilene ad alta densità reticolato e con barriera di ossigeno (E.V.O.H).

Progettazione e produzione di raccordi in polifenilsulfone (PPSU). Produzione e commercializzazione di sifoni ed accessor. Progettazione di impianti di riscaldamento a pavimento

Design and production of in-wall and exposed flush cisterns.

Production of pipes and fittings for waste systems, made of copolymer polypropylene, self-extinguishing homopolymer polypropylene, acoustically insulated polypropylene, high density polyethylene.

Production of multi-layer and high density crosslinked polyethylene pipes with oxygen barrier (E.V.O.H) for sanitary and heating systems. Design and production of polyphenyl sulfone (PPSU) fittings. Production and trade of traps and accessories.

Underfloor heating design

Luogo e data

Place and date

Agrate Brianza, (MI) 2006-05-08

Data Prima Emissione:

First Issue Date:

1994-02-07

*per l'Organismo di Certificazione
for the Accredited Unit*

Det Norske Veritas Italia S.r.l.

Lead Auditor: Sergio Vannucci

Settore EA: 14 - 29a - 17 - 34

SINCERT
CERTIFICAZIONE SISTEMI DI QUALITÀ

ISO 9001 Registrazione N. 2024

ISO 9002 Registrazione N. 2025

PRD Registrazione N. 2026

Member of the Bureau of Metrological Measurements EA and ISO
Signatory of EN and/or Mutual Recognition Agreements

Vittore Marangon
Management Representative

La validità del presente certificato è subordinata a sorveglianza periodica (ogni 6, 9 o 12 mesi) e al riesame completo del sistema con periodicità triennale.

The validity of this certificate is subject to periodical audits (every 6, 9 or 12 months) and the complete re-assessment of the system every three years.

For details in presence of an certificate valid only present nella banca dati sul sito www.dnv.it ed www.bureauveritas.com - All the companies with a valid certificate are online at the following addresses: www.dnv.it and www.dnv.com

1.	LE SYSTÈME DE CANALISATION HYDRAULIQUE PEXAL ET MIXAL	4
1.1	Généralités	4
1.2	Caractéristiques du Polyéthylène réticulé (PER)	5
1.3	Caractéristiques de l'aluminium	5
2.	HOMOLOGATIONS	6
3.	LE TUBE MULTICOUCHE	8
3.1	Caractéristiques techniques du tube Pexal et Mixal	10
4	SYSTÈME DE RACCORDEMENT	14
4.1	Raccords en laiton	14
4.1.1	Raccords à sertir	15
4.2	Caractéristiques des raccords en laiton	16
4.3	Raccords en PPSU Pexal Easy	17
4.4	Caractéristiques des raccords Pexal Easy	18
5.	CONTRÔLE DE QUALITÉ	19
6.	MISE EN ŒUVRE DU TUBE PEXAL ET MIXAL	22
6.1	Cintrage du tube	22
6.2	Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 26x3, 32x3	24
6.3	Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 40x3.5, 50x4, 63x4.5	25
6.4	Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 16x2, 20x2, et pour le tube Mixal 16x2, 20x2	26
6.5	Mise en œuvre des raccords Pexal Easy pour le tube Pexal 16x2, 20x2, 26x3, 32x3	27
6.6	Machine à emboîture et outillage pour le système Pexal Easy	29
6.7	Utilisation de la machine à emboîture	30
6.8	Sertisseuse pour tube Pexal et Mixal	31
6.9	Encombresments des mâchoires à sertir	33
6.10	Mode d'emploi de la sertisseuse	34
6.11	Sertissage avec l'insert et la mâchoire pour les diamètres 40-50-63	35
6.12	Fixation du tube avec des colliers	35
6.13	Insonorisation des installations réalisées avec les systèmes Pexal et Mixal	36

6.14	Tube multicouche pour installation en eau glacée pour climatisation	37
6.15	Cordon chauffant	37
6.16	Conseils pour la mise en oeuvre d'une installation avec les tubes Pexal ou Mixal	38
6.17	Résistance aux composants chimiques des tubes Pexal et Mixal	40
6.18	Essai en pression de l'installation	40
6.19	Cahiers des charges	41
7.	PROJET ET CALCUL D'INSTALLATION	42
7.1	Calcul des pertes de charge	42
7.2	Pertes de charges localisées	46
7.3	Calcul de la dilatation	48
7.4	Compensation de la dilatation	49
7.5	Calcul de la longueur de la lyre de dilatation	50
7.6	Temps de puisage de l'eau chaude	51
7.7	Comparaison des pertes de charge des tubes de matériau différent	52
7.8	Relation entre pression et débit	53
7.9	Critères de dimensionnement des installations sanitaires	54
7.10	Critères de dimensionnement des installations de chauffage en hydrocablé (collecteurs)	63
8.	ANNEXES	
A	Résistance chimique PEHD et PER	68
B	Caractéristiques et résistance chimique PPSU	73
C	Résistance chimique du PPSU pour les produits utilisés dans le logement	75
D	Unité de mesure et conversion	77

1. LE SYSTÈME DE CANALISATION HYDRAULIQUE PEXAL ET MIXAL

1.1 Généralités

C'est un système innovant introduit sur le marché qui permet la réalisation de réseaux de distribution d'eau chaude et froide, de réseaux de chauffage, de climatisation et d'air comprimé. Le multicouche est un tube de haute technologie qui possède la particularité d'unir les caractéristiques des plastiques et celles du métal ductile. La matière plastique utilisée pour les couches internes et externes est le polyéthylène réticulé (PER), la couche intermédiaire métallique est constituée par de l'aluminium. Ainsi le fluide sera au contact de la couche interne en PER (avec les avantages en terme organoleptique et de résistance à la corrosion). La couche d'aluminium qui est formée autour de celle du PER est soudée longitudinalement. Ce type de soudure confère l'avantage de pouvoir cintrer le tube avec une extrême facilité: une fois cintré le tube conserve sa forme. L'utilisation du produit en couronne limite l'utilisation de raccords. Le tube garantit de plus une protection contre l'action de l'oxygène sur la couche interne en PER. La couche externe assure une parfaite isolation du tube à la corrosion d'agents extérieurs et aux phénomènes des courants vagabonds (corrosion électrochimique). Deux couches d'un adhésif particulier lient le tube métallique aux deux couches externe et interne de polyéthylène réticulé.

Le tube multicouche possède un faible coefficient de dilatation linéaire (0,026 mm/m/°C contre 0,15 pour le PER); les dilatations dues à la variation de la température sont diminuées surtout dans les installations en apparent ou les variations de longueurs sont généralement supérieures.

En ce qui concerne les raccords, Pexal et Mixal utilisent deux types de raccords avec un alliage de laiton spécial.

RACCORDS A SERTIR (PRESS-FITTING)

L'étanchéité se réalise en déformant le tube sur l'embout du raccord par l'intermédiaire d'une opération de compression.



1.2 Caractéristiques du polyéthylène réticulé (PER)

A la différence du PEHD (qui n'est pas réticulé) le PER possède une forte capacité au transport d'eau chaude à une température supérieure à 40°C permettant la réduction du problème du vieillissement du tube dû au transport d'eau chaude à haute température. De plus le PER possède une déformation réduite en charge, notamment aux chocs, ainsi qu'une meilleure résistance aux actions chimiques et abrasives.

Le processus de réticulation consiste à créer des ponts entre les différentes chaînes du polymère permettant de garantir une pérennité au tube. La réticulation des deux couches du tube Pexal est réalisée avec la méthode Silane (PERb).

CARACTERISTIQUE	VALEUR
Densité	950 kg/m ³
Champ d'application (Temp. Eau)	0/+95°C
Température de ramollissement	135 °C
Charge à la rupture à 23°C	23 MPa
Charge à la rupture à 100°C	9 MPa
Coefficient de conductivité thermique	0,37 kcal/m h °C

LE PER UTILISE POUR LE MULTICOUCHE EST CERTIFIE ANSI/NSF STANDARD 61.

L'ANSI/NSF STANDARD 61 établit les caractéristiques que doivent posséder les produits d'installations hydrauliques utilisés dans les logements privés et immeubles pour le transport de l'eau potable. Des tests chimiques et toxicologiques très sévères ont été effectués. Cette certification est réalisée par le laboratoire NSF International, une des entités mondiales les plus compétentes dans la définition des standards et des champs d'application dans le domaine de la protection environnementale et de santé publique. NSF est accrédité par l'ANSI (American National Standard Institute) et est reconnu par l'OMS (organisation mondiale de la santé).

1.3 Caractéristiques de l'aluminium

La couche intermédiaire métallique du tube multicouche est constituée d'une lame d'alliage d'aluminium. Cette lame est formée autour de la couche de PER. Les deux extrémités qui se referment sur toute la longueur du tube, sont ensuite soudées "tête à tête" avec une soudure TIG qui permet de souder des épaisseurs d'aluminium de 0,2 à 2,5 mm. Il est donc possible de produire avec cette méthode de soudure des tubes de gros diamètre avec des épaisseurs élevées d'aluminium et réduites en PER (\emptyset de passage optimum).

Les principales caractéristiques de l'alliage d'aluminium utilisé dans la production du tube multicouche sont:

1. Bonne soudabilité.
2. Limite élevée de déformation représentée par la sollicitation maximum applicable afin que la matière ne se déforme pas.
3. Superficie dégraissée d'impuretés pour garantir les meilleures valeurs d'adhésion entre les couches.

2. HOMOLOGATIONS



IIP-UNI: Certificat de conformité des systèmes de canalisation multicouche PEXAL pour le transport d'eau chaude et froide en installations sanitaires et de chauffage.



RINA: Homologation qui garantit l'utilisation du système multicouche PEXAL à bord des navires, pour les installations sanitaires, de chauffage et de climatisation.



-LT606-
-LT813-

IIS: Certificat de qualification de la procédure de soudure de l'aluminium pendant la production du tube multicouche PEXAL, en conformité avec EN288-8:1997 Annexes N°12.



AS 4176 SPEC. 438 LN IP083: Certificat de conformité du système PEXAL pour le transport sous pression d'eau potable chaude et froide.



MC – GOST: Certificat de conformité du système PEXAL pour le transport d'eau potable chaude et froide en installations sanitaires et de chauffage.



Certificat d'aptitude polonais pour l'installation des tubes PEXAL pour le chauffage, l'alimentation en eau chaude et froide à usage sanitaire.



Certificat d'aptitude polonais du système PEXAL pour l'alimentation en eau potable.



DVGW W270
TGM-KU 18946/1

W270: Homologation qui garantit l'aptitude du tube multicouche PEXAL au contact de l'eau potable avec une attention particulière à la propagation des micro-organismes sur la superficie de la matière (Certificat n° KU18946/1).

Önorm B5157
GEPRÜFT

Homologation qui garantit l'aptitude du tube multicouche PEXAL à être utilisé pour l'alimentation en eau chaude des installations de chauffage.



OVGW: Certification du système intégrant le produit PEXAL pour l'utilisation en alimentation sanitaire et chauffage. Cette certification porte aussi bien sur l'aspect qualitatif que sur l'aspect environnemental (ex: émission en phase de production et recyclage de tous les composants pendant l'utilisation).



Homologation qui garantit l'aptitude du tube multicouche PEXAL pour l'utilisation en alimentation en eau chaude des systèmes de chauffage.



K 22518/01
K 22504/01

Certification du produit pour l'aptitude du système PEXAL à être utilisé en installation de chauffage.



Certification du produit pour l'aptitude du système PEXAL à être utilisé en installation de chauffage.

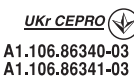
BS 6920

Certification d'aptitude du tube multicouche PEXAL à transporter l'eau potable chaude et froide en installations sanitaires.



Certificate
N° 03/00044

Homologation qui garantit l'utilisation du système multicouche PEXAL à bord des navires, pour les installations sanitaires et de chauffage.



A1.106.86340-03
A1.106.86341-03

Homologation qui garantit l'utilisation du système multicouche PEXAL pour le transport d'eau chaude et froide en installations sanitaires et de chauffage.



A - 794/2002

Homologation qui garantit l'utilisation du système PEXAL pour le transport de l'eau chaude en installations de chauffage.



110-856

Homologation qui garantit l'aptitude du système PEXAL à être utilisé pour le transport d'eau chaude et froide en installations sanitaires, chauffage et climatisation.



Producto
Certificado

Homologation qui garantit l'aptitude du tube multicouche PEXAL à être utilisé en installations de chauffage.



Raccords plastiques en PPSU pour système de tubes multicouches métalo-plastiques pour alimentation sanitaire d'eau chaude et froide et de chauffage (NSF/ANSI 14 et 61).

3. LE TUBE MULTICOUCHE

Pexal SYSTEME DE CANALISATION HYDRAULIQUE

Tube multicouche PEXAL 16x2 - 20x2 - 26x3 - 32x3 - 40x3,5 - 50x4 - 63x4,5

Le système de canalisation PEXAL consiste à l'utilisation jumelée du tube multicouche avec les raccords en alliage de laiton spéciale pour réaliser avec le même tube et les mêmes raccords des installations sanitaires et de chauffage.

1 COUCHE INTERMEDIAIRE

Tube en alliage d'aluminium soudé tête à tête longitudinalement.

COUCHE EXTERNE 3

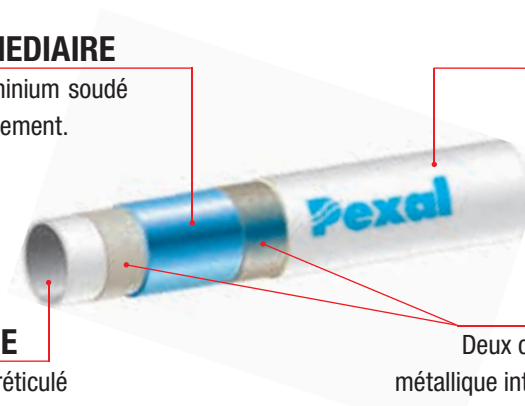
Tube en polyéthylène réticulé PER (réticulation Silane).
Couleur RAL 9003 (BLANC)

2 COUCHE INTERNE

Tube en polyéthylène réticulé PER (réticulation Silane).

COUCHES ADHESIVES 4

Deux couches d'adhésif lient le tube métallique intermédiaire aux deux couches internes et externes en polyéthylène réticulé.



Les tubes et les raccords sont isolés électriquement entre eux par un joint plat qui vient s'interposer entre la partie terminale du tube et le raccord en laiton. Ce joint élimine toute possibilité de contact entre les deux métaux évitant ainsi les phénomènes de corrosion électrochimique.



Ø 14 - 16 - 20 - 26 - 32



Ø 40 - 50 - 63



Ø 14 - 16 - 20 - 26 - 32



Ø 16 - 20 - 26 - 32

Tube multicouche PEXAL Ø 16-20 Epaisseur 2 mm

Le système de canalisation PEXAL Ø 16-20 épaisseur 2 mm consiste à l'utilisation jumelée du tube multicouche avec les raccords en alliage de laiton spéciale pour réaliser avec le même tube et les mêmes raccords des installations sanitaires et de chauffage.



Ø 16 - 18 - 20



Ø 16 - 20



Ø 16 - 20

Tube multicouche MIXAL Ø 16-20 Epaisseur 2 mm. Epaisseur d'aluminium 0,2 - 0,25 mm

Le système de canalisation MIXAL Ø 16 - 20 épaisseur d'aluminium 0,2 - 0,25 mm consiste à l'utilisation jumelée du tube multicouche avec les raccords à visser et à sertir en alliage de laiton spécial pour réaliser avec le même tube et les mêmes raccords des installations sanitaires et de chauffage.

1 COUCHE INTERMEDIAIRE

Tube en alliage d'aluminium soudé tête à tête longitudinalement.

COUCHE EXTERNE 3

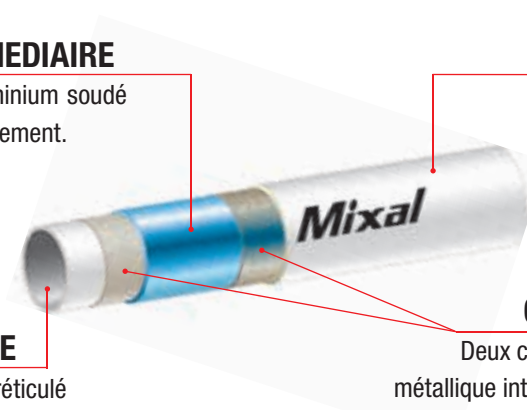
Tube en polyéthylène réticulé PER (réticulation Silane).
Couleur RAL 9003 (BLANC).

2 COUCHE INTERNE

Tube en polyéthylène réticulé PER (réticulation Silane).

COUCHES ADHESIVES 4

Deux couches d'adhésif lient le tube métallique intermédiaire aux deux couches internes et externes en polyéthylène réticulé.



Ø 16 - 20



Ø 16 - 20

3.1 Caractéristiques techniques du tube Pexal et Mixal

Le système de canalisation hydraulique Valsir a été étudié pour faciliter l'installation et augmenter la fonctionnalité: un seul type de tube installé avec les raccords en alliage spécial de laiton permet d'effectuer aussi bien des installations sanitaires que de chauffage. Au niveau du tube les avantages spécifiques du tube métallique se somment à ceux du tube plastique et en même temps les atouts de l'un compense les carences de l'autre. Les aspects négatifs du métal comme: corrosion, toxicité incrustations, rigidité, poids, pertes de charge élevées, sont neutralisés par le tube en PER au contact du fluide. Les aspects négatifs du plastique: perméabilité aux molécules gazeuses, aux rayons UV, dilatation thermique élevée et instable, sont neutralisés par le tube d'aluminium.



Résistance à l'abrasion, aux incrustations et à la corrosion

La couche interne en PER est inattaquable par la corrosion et les incrustations. La surface interne ne se corrode pas et aucune particule de rouille, de calcaire ou de dépôt résultant de la corrosion galvanique ne se dépose. Le PER est particulièrement résistant à l'abrasion. Cette propriété est très importante, particulièrement au niveau des coudes ou l'action abrasive des impuretés s'amplifie d' autant plus quand la vitesse du fluide est particulièrement rapide.



Dilatation

La dilatation thermique (0,026 mm/m/°C) est proche de celle des tubes métalliques.

DILATATION DE TUBES DE MATIÈRE DIFFÉRENTE

Type de tube	Dilatation en mm de 10 m de tube avec $\Delta t=50^\circ\text{C}$
PEXAL	13,00
Acier zingué	6,0
Acier Inox	8,3
Cuivre	8,3
Matière plastique (PER, PEHD, PPRC)	60 - 90



Comportement mécanique

Le rayon de cintrage peut varier de 2,5 à 5 fois le diamètre du tube et la section du tube au niveau du cintrage reste constante. Le tube une fois cintré reste figé dans la position souhaitée comme un tube métallique. Il est donc possible pour des installations en série de préfabriquer en magasin des tubes avec les raccords prémontés et de les livrer sur le chantier pour l'assemblage final. La malléabilité du tube permet de réaliser des courbes avec des rayons très petits. Pour la réalisation de cintrage de tubes de gros diamètres avec de petits rayons il est indispensable d'utiliser une cintreuse. Pour le cintrage manuel il est conseillé d'utiliser le ressort.



Imperméabilité à l'oxygène

Le tube aluminium constitue une excellente barrière au passage des molécules gazeuses évitant ainsi tout problème de corrosion provoqué par l'infiltration d'oxygène et tout dommage dû à l'exposition aux rayons UV.



Fluidité

La couche interne du tube de par sa surface lisse (rugosité 0,007 mm) ne présente aucune incrustation de calcaire et de rouille. Les pertes de charge sont par conséquent très faibles et élément le plus important ne varient pas dans le temps.



Qualité organoleptique

Le système peut être utilisé sans contre indication dans tous types d'installation. Les matériaux utilisés pour la fabrication des tubes et des raccords sont atoxiques et peuvent être employés pour le transport d'eau potable.



Comportement au feu

Le tube est difficilement inflammable grâce à la couche métallique intermédiaire. La densité de fumée développée est de toute façon très basse et les émissions produites ne sont pas toxiques.



Conductivité thermique

La conductivité thermique du tube est de 0,43 W/m.K c'est à dire très basse. La dispersion thermique est d'environ 900 fois inférieure à celle du cuivre.



Légèreté

Les poids spécifiques des composants du tube sont bas. Une couronne de 100 ml de \varnothing 16x2 pèse environ 12 Kg.



Propriété acoustique

Les caractéristiques phoniques du tube sont très bonnes. Le revêtement en PER interne et externe du tube atténue les bruits qui sont normalement transmis par les tubes métalliques.



Inaltérabilité dans le temps

Les matériaux qu'ils soient utilisés aux pressions et températures indiquées (pression jusqu'à 10 bars, température de service 0 - 95°C) possèdent une résistance au vieillissement très élevée. Des essais de vieillissement artificiel effectués en laboratoire garantissent une durée de vie du tube de plus de 50 ans. Avec des températures de service inférieures à 95°C, le tube peut supporter des pressions supérieures à 10 bar sans dommages (jusqu'à 25 bar avec une température de 20°C).

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE PEXAL

Diamètre externe	mm	16	20	26	32	40	50	63
Epaisseur totale	mm	2	2	3	3	3,5	4	4,5
Longueur couronne	m	100	100	50	50	-	-	-
Longueur barre	m	5	5	5	5	5	5	5
Volume eau contenue	l/m	0,113	0,201	0,314	0,531	0,960	1,385	2,289
Température de service	°C	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80
Température maximale de service	°C	95	95	95	95	95	95	95
Pression maximale de service temp 95°	bar	10	10	10	10	10	10	10
Coefficient de dilatation thermique	mm/m K	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Conductivité thermique interne	W/m K	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Rugosité interne	mm	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Diffusion oxygène	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rayon de cintrage sans cintreuse	mm	80	100	140	160	-	-	-
Rayon de cintrage avec cintreuse	mm	50	80	100	120	150	190	240
Couleur	RAL	blanc 9003	blanc 9003	blanc 9003	blanc 9003	blanc 9003	blanc 9003	blanc 9003

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE ISOLE PEXAL

Diamètre externe tube nu	mm	16	20	26
Epaisseur tube	mm	2	2	3
Epaisseur du revêtement	mm	6/10	6/10	6/10
Diamètre extérieur du tube revêtu	mm	28	32	38
Longueur couronne	m	50	50	50
Densité de l'isolant	Kg/m ³	33	33	33
Résistance à la traction de l'isolant	N/mm ²	>0,18	>0,18	>0,18
Allongement à la rupture de la couche isolante	/	>80%	>80%	>80%
Perméabilité à la vapeur de l'isolant	mg/Pa s.m	<0,15	<0,15	<0,15
Conductivité thermique de la couche isolante	W/mk	0,0397	0,0397	0,0397
Conductivité thermique du tube isolé	W/mk	0,06	0,066	0,070
Résistance au feu	-	No	No	No

LA COUCHE ISOLANTE EST CONSTITUEE DE PEHD A CELLULE FERMEE AUTOEXTINGUIBLE

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE MIXAL

Diamètre externe	mm	16	20
Epaisseur totale	mm	2	2
Epaisseur de la couche d'aluminium	mm	0,2	0,25
Longueur couronne	m	100/120/240/500	100/120/240
Longueur barre	m	5	5
Volume eau contenue	l/m	0,113	0,201
Température de service	°C	0-80	0-80
Température maximale de service	°C	95	95
Pression maximale de service temp 95°	bar	10	10
Coefficient de dilatation thermique	mm/m K	0,026	0,026
Conductivité thermique interne	W/m K	0,43	0,43
Rugosité interne	mm	0,007	0,007
Diffusion oxygène	mg/l	0,000	0,000
Rayon de cintrage sans cintreuse	mm	80	100
Rayon de cintrage avec cintreuse	mm	50	80
Couleur	RAL	blanc 9003	blanc 9003

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE ISOLE MIXAL

Diamètre externe tube nu	mm	16	20
Epaisseur tube	mm	2	2
Epaisseur du revêtement	mm	6	6
Diamètre extérieur du tube revêtu	mm	28	30
Longueur couronne	m	50	50
Densité de l'isolant	Kg/m ³	33	33
Résistance à la traction de l'isolant	N/mm ²	> 0,18	> 0,18
Allongement à la rupture de la couche isolante	/	> 80%	> 80%
Perméabilité à la vapeur de l'isolant	mg/Pa s.m	< 0,15	< 0,15
Conductivité thermique de la couche isolante	W/m K	0,0397	0,0397
Conductivité thermique du tube isolé	W/m K	0,066	0,066
Résistance au feu	-	NO	NO
Couleur	RAL	blanc 9003	blanc 9003

LA COUCHE ISOLANTE EST CONSTITUEE DE PEHD A CELLULE FERMEE AUTOEXTINGUIBLE

4.1 Raccords en laiton

Une gamme complète de raccords disponible en version à sertir permet de satisfaire tout type d'installation. La matière employée pour la fabrication des raccords en contact avec l'élément liquide est un alliage de laiton contenant des inhibiteurs anticorrosion et antidézincification (pour fixer le zinc-norme BS 2874-CW 602N) approuvé et homologué par les principaux instituts européens pour la corrosion et adapté pour être utilisé pour l'eau potable.

La dézincification est un type particulier de corrosion qui cause une dissolution préférentielle du zinc rendant la zone touchée spongieuse, poreuse et friable. De telles porosités provoquent dans le temps des dommages irréversibles sur le raccord.

D'autres causes qui favorisent le phénomène de dézincification humide sont:

- Composition chimique de l'eau, avec une teneur élevée de chlorures, une basse concentration de bicarbonate et de l'eau avec un CO₂ dissout.
- Température de l'eau.
- Une association avec des matériaux plus nobles présents sur l'installation et qui créent un effet électrochimique (cellule galvanique).
- Défauts dans la structure du matériau même.

Les raccords PEXAL ont passé les tests effectués par le département de l'innovation mécanique et de gestion de l'université de Padoue pour l'identification des tensions résiduelles selon les essais prévus par les normes BS 2874-1987.

Les raccords après leur moulage à chaud subissent un traitement thermique spécial pour augmenter les caractéristiques anticorrosion particulières de leur matière.

4.1.2 Raccordi a sertir

Les raccords à sertir ont été créés pour simplifier les opérations d'installation en réduisant sensiblement les temps de montage.

Cette technique de sertissage consiste à la déformation du tube à travers une compression réalisée par l'action d'une machine à sertir équipée de mâchoires qui agissent en déformant une bague d'épaisseur adaptée pour garantir une pression correcte même en présence de variations thermiques. L'étanchéité est assurée grâce au profil particulier anti déboîtement de l'embout et des deux joints toriques directement au contact du tube.

L'intégrité de l'assemblage est garanti par le joint qui isole l'aluminium du raccord réalisé avec un alliage spécial de laiton (CW602N).

La simplicité de ce système particulièrement soigné est né par l'utilisation de mâchoires du marché (avec un profil particulier de sertissage étudié par Valsir), par le standard des filetages (GAZ ISO) qui permettent la mise en œuvre de tout type d'installation, par la réduction et la standardisation des éléments qui constituent le raccord et par une gestion plus simple du magasin.



4.2 Caractéristiques des raccords en laiton

Raccords à sertir pour tube \varnothing 26x3 et 32x3



1. Le matériau pour la fabrication du corps du raccord est constituée d'alliage de laiton CW602N antidézincification.
2. Bague en inox 1.4301 (aisi 304) fixée au corps du raccord.
3. Bague avec 4 perçages pour visualiser le contact du tube avec le raccord.
4. Présence sur l'embout de 2 joints toriques d'étanchéité.
5. Présence sur le fond du raccord d'un joint en PE empêchant le contact entre l'aluminium du tube et le laiton du raccord pour le préserver de la corrosion.

Raccords à sertir pour tube \varnothing 40x3.5, 50x4, 63x4.5



1. Le matériau pour la fabrication du corps du raccord est constituée d'alliage de laiton CW602N antidézincification.
2. Bague en alliage de laiton CW508L recuit détachable du corps du raccord.
3. L'embout est réalisé avec un profil particulier anti déboîtement.
4. Présence sur l'embout de 2 joints toriques d'étanchéité.
5. Présence sur le fond du raccord d'un joint en téflon empêchant le contact entre l'aluminium du tube et le laiton du raccord pour le préserver de la corrosion.

Raccords à sertir pour le tube Pexal \varnothing 16x2, 20x2 et le tube Mixal \varnothing 16x2, 20x2



1. La matière de fabrication pour le corps du raccord est constituée de CW617N .
2. Bague en inox 1.4301 (aisi304) fixée au corps du raccord.
3. Bague avec 4 perçages pour visualiser le contact du tube avec le raccord.
4. L'embout est réalisé avec un profil particulier anti déboîtement.
5. Présence sur l'embout de 2 joints toriques d'étanchéité.
6. Présence sur le fond du raccord d'un joint en PE empêchant le contact entre l'aluminium du tube et le laiton du raccord pour le préserver de la corrosion.

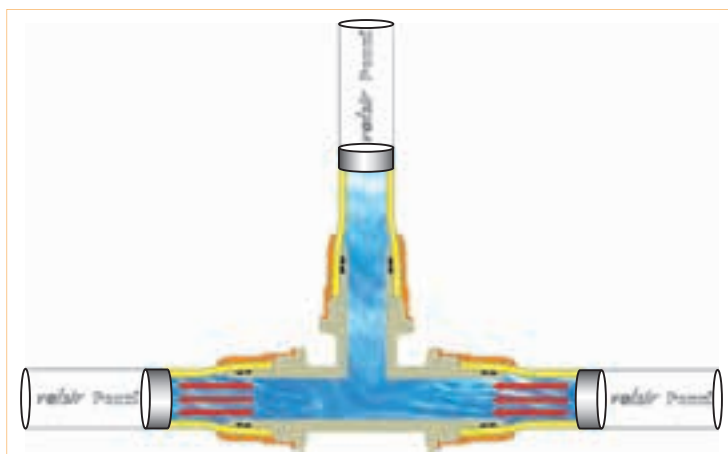
4.3 **Pexal Easy** Raccords en PPSU Pexal Easy

De la grande expérience de Valsir dans la technologie du multicouche et du sertissage est né un produit d'avant-garde et innovant dans son utilisation. Pexal Easy est un système de jonction qui prévoit l'utilisation de raccords réalisés en poliphénilsulfone (PPSU) un polymère ou mieux encore un "tecnopolymère" de nouvelle génération qui par ses caractéristiques multiples rend les nouveaux raccords Pexal Easy comparables aux performances et qualités des raccords en laiton. Les caractéristiques mécaniques élevées (résistance à la traction, module d'élasticité etc) dépassent de loin celles des polymères traditionnels présents sur le marché et se rapprochent des performances des raccords métalliques: le nouveau raccord Pexal easy résiste à tout type de chocs accidentels ou provoqués aussi bien à basse qu'à haute température. C'est pour cette raison qu'il est produit dans son intégralité en PPSU, aussi bien le corps que les écrous et les filetages. Pexal Easy possède de plus une grande résistance au vieillissement même à température élevée et la structure du raccord est insensible à l'action d'agents chimiques permettant de résoudre toutes les problématiques d'installation que l'installateur peut rencontrer. La jonction entre le tube et le raccord s'effectue facilement, réduisant le temps de pose. Un système innovant de serrage de l'écrou sur le raccord garantit la jonction avec le tube sans possibilité d'erreur. Sur le fond du filetage est réalisé un profil spécial anti dévissage qui en garanti le raccordement définitif. Cependant le raccord est toujours réutilisable car il peut être démonté sans substituer les joints toriques et l'écrou.

Ce type de connexion particulier de Pexal Easy grâce à l'emboîture rend impossible le déboîtage du tube hors du raccord. A la différence d'autres systèmes le Pexal Easy n'offre aucune réduction de la section de passage due au rétrécissement provoqué par l'embout du raccord, ce qui se traduit par une réduction de la perte de charge: en pratique si l'on utilise un tube de diamètre 20 en système traditionnel, il est possible d'utiliser le \varnothing 16 avec la gamme Pexal Easy.

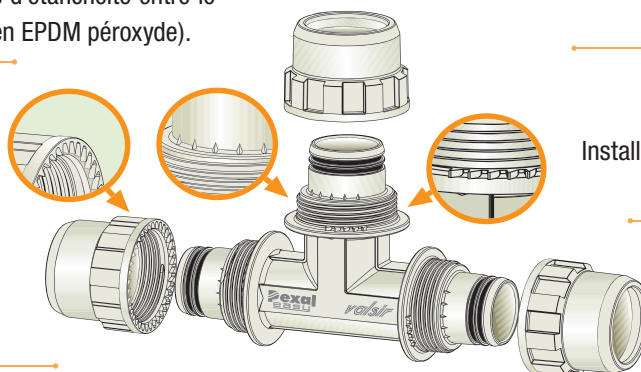
PASSAGE TOTAL

assure un débit optimal puisque le diamètre interne du raccord en PPSU est le même que le diamètre interne du tube Pexal.



Deux joints toriques d'étanchéité entre le raccord et le tube (en EPDM péroxyde).

Résistance au déboîtage.



Installation fortement sécurisée avec l'anti dévissage.

Haute résistance mécanique.

4.4 Caracteristiques des raccords

Raccords pour tube Pexal 16x2, 20x2, 26x3, 32x3, 40x3.5 et 50x4

1. La matière pour la fabrication du raccord Pexal Easy est le PPSU (Polifenisulfone). Les caractéristiques de cette matière sont reportées dans l'annexe B page 76.
2. Réduction des pertes de charge sur le raccord grâce au passage total. A la différence des autres systèmes aucune réduction de passage due à l'embout du raccord. En fait le diamètre interne de l'embout de ce nouveau raccord est le même que celui du tube. Par rapport aux systèmes traditionnels le passage peut être majoré de l'ordre de 30%.
3. Le raccord est démontable et réutilisable également après la pose. Le raccord peut être démonté en forçant la sécurité anti-dévisage puis être réutilisé complètement sans devoir changer aucun élément du raccord.
4. Résistance au déboîtage. Grâce à l'emboîture sur le tube de forme particulière permettant une résistance élevée au déboîtage le système est sécurisé notamment dans le cas de dilatation très élevée. De telles caractéristiques permettent au système de supporter des dilatations et des contractions thermiques difficilement acceptables par d'autres systèmes. Ce type particulier de connexion rend impossible le déboîtage du raccord par rapport au tube.
5. L'installation est sécurisée par le système anti-dévisage. Un système innovant de blocage de l'écrou sur le raccord qui garantit la jonction avec le tube sans possibilité d'erreur.
6. 2 joints toriques en EPDM peroxyde assure l'étanchéité entre le raccord et le tube. L'étanchéité du raccord est garantie par 2 joints toriques qui agissent sur la partie interne de l'emboîture du tube.
7. Grande résistance à la corrosion, aux acides et bases fortement concentrés et chaudes. Ces caractéristiques confèrent au système une résistance élevée aux eaux chlorées qui se retrouvent souvent dans les réseaux d'eau avec les additifs de potabilité (bioxyde de chlore). Le métal dans ce cas a démontré dans le temps ses limites à l'agression de tels agents chlorés.
Le couple tube multicouche-raccord PPSU représente un système résistant parfaitement aux acides et bases et le rende inattaquable par les agents chimiques.
8. Légèreté. Le PPSU possède un poids spécifique de 1,3 g/cm³ c'est à dire 6 fois inférieur à celui des métaux.
9. Faible agression par le calcaire par rapport aux raccords métalliques. Tous les raccords métalliques obtenus par transformation possèdent une rugosité de surface élevée qui favorise le dépôt du calcaire. Ce phénomène avec des eaux particulièrement dures peut dans le temps obturer totalement le passage. Les raccords en PPSU PEXAL EASY sont conçus par moulage avec des surfaces internes plus lisses ou la formation de calcaire est inexistante.
10. Meilleure résistance par rapport aux raccords métalliques à l'agressivité des produits additifs au ciment. En effet le ciment et le sable à l'état pur n'agressent pas les raccords à la différence des additifs qui y sont insérés (fluidifiants....) ou bien les mortiers de stabilisation chargés de chaux. Tous ses agents corrodent superficiellement le raccord même si grâce à la passivation du métal la corrosion ne pénètre pas en profondeur. Le raccord en PPSU PEXAL EASY est quant à lui inattaquable par tous les additifs contenus dans le ciment.
11. Grande résistance "métallique" entre les matières plastiques. Le PPSU utilisé pour la fabrication des raccords PEXAL EASY garantit une résistance mécanique plus élevée que tous les autres polymères du marché avec une plage de température de service plus importante.
12. Le système tube-raccord est garanti à 10 bar et 95°C.
13. Le système est identique pour les installations sanitaires et de chauffage.
14. Réduction des coûts d'achat de l'outillage. La jonction entre le tube et le raccord ne nécessite que 3 outils: le coupe tube, la machine à emboîture, et un expanseur en LPDE.

L'investissement en outillage est plus réduit que les systèmes traditionnels de raccordement multicouche.

5. CONTRÔLE DE QUALITÉ

Dans les établissements Valsir tout le processus de fabrication du multicouche est soumis à de constants et sévères contrôles de qualité. Ces innombrables tests émanant des demandes de toutes les entités internationales de certification permettent à Valsir d'établir en parallèle des tests qualitatifs de grande valeur. Nous vous présentons dans le détail les plus importants appliqués au tube Pexal et Mixal.



1. La principale vérification effectuée par le contrôle Qualité Valsir sur le tube multicouche est la mesure des diamètres et des épaisseurs des différentes couches du tube. Ces vérifications sont effectuées en laboratoire à l'aide d'un système de mesure optique d'ultime génération muni d'un software en mesure de suivre les contrôles dimensionnels en mode automatique (en fabrication les dimensions du tube sont contrôlées à l'aide d'une mesure au laser).

Ce satisfaisant contrôleur optique permet également le contrôle de la section, de la soudure et aussi de sa qualité.



2. Un des contrôles les plus importants menés par Valsir sur le tube multicouche est l'essai du décollement réalisé en utilisant un dynamomètre électronique qui évalue la force utilisée pour séparer la couche d'aluminium de la couche du tube interne (encollées entre elles). Le résultat de ce test fournit un graphique qui décrit (à chaque point de la circonférence du tube) la valeur de la force à appliquer pour séparer les couches. L'adhésion entre le PER et l'aluminium est fondamentale pour la tenue en pression du multicouche; plus l'encollage est performant meilleures sont les pressions hydrauliques supportées par le tube.



3. Un essai mécanique est effectué sur le tube Pexal et Mixal en réalisant un cintrage à 90° qu'un dynamomètre valide en enregistrant la force nécessaire pour réaliser ce cintrage. L'essai est validé si aucun écrasement n'apparaît sur l'échantillon.



4. Des essais destinés à mesurer le niveau de réticulation de la matière polymérisée sont effectués sur le tube Pexal et Mixal produit. Les modalités des tests sont établies et respectées conformément aux normes internationales. Le niveau de réticulation du polyéthylène permet d'évaluer la meilleure structure moléculaire de la matière afin de connaître le niveau de résistance mécanique et chimique du polyéthylène.



5. Durant la production des échantillons de tube sont prélevés quotidiennement pour leur faire subir des tests hydrauliques à différentes températures et pressions. Ces contrôles servent à déterminer si le produit est apte à la vente en évaluant ses caractéristiques structurelles hydrauliques et mécaniques.

Ces tests sont menés en utilisant des bacs et des fours à température contrôlée électroniquement, les pressions imposées à l'entrée de chaque échantillon et les conditions d'essai sont analysées et enregistrées en temps réel par un ordinateur.



6. Les essais en pression à 95°C constituent un test important pour connaître les caractéristiques mécaniques du système. Ils sont réalisés à l'aide de bacs remplis d'eau dans lesquels un essai à l'air à 110°C est effectué avec un appareillage adapté.



7. Des échantillons de tube Pexal et Mixal prélevés pendant la production à intervalle régulier sont soumis au test du cône. Le test est réalisé selon des normes internationales en exécutant par les opérateurs un contrôle sur la ligne de production et en laboratoire par des spécialistes de la Qualité (essai réalisé à l'aide de dynamomètre électronique). Les tests servent à évaluer la tenue de la soudure et de la colle sur les différentes couches après avoir dilaté le tube de 13% de son diamètre nominal.



8. Pendant la production du Pexal et de Mixal les diamètres de tube sont constamment contrôlés par un instrument laser couplé à un ordinateur permettant aux opérateurs de contrôler en permanence sur l'écran les graphiques de production de la chaîne pour chaque diamètre. En cas de valeur sortant du champ prédéfini des alarmes s'activent.



9. La matière première fondamentale dans la production du tube Pexal et Mixal est l'aluminium. Afin d'éviter des défauts dans la fourniture de cette matière (malgré le choix de fournisseur de qualité) Valsir contrôle toutes les arrivées de matériel en mesurant les dimensions et les caractéristiques mécaniques. Les propriétés mécaniques sont vérifiées à l'aide du test de la traction (établi par les normes internationales) sur les échantillons de matière prélevés au hasard sur les lots livrés. Les tests sont réalisés en utilisant des instruments dynamométriques électroniques.



10. Toutes les matières premières polymères utilisées dans la fabrication du tube multicouche sont contrôlées à l'entrée afin d'en vérifier les caractéristiques principales. Ceci permet à Valsir de produire avec la certitude d'utiliser les matières idéales pour sa fabrication. Les instruments utilisés dans le contrôle sont d'avant-garde: la mesure de l'indice de fluidité est par exemple réalisée avec un appareillage de dernière génération.



11. Les contrôles effectués par le laboratoire de Qualité de Valsir sur les matières polymères utilisées dans la production du tube Pexal et Mixal ne s'arrêtent pas au contrôle d'acceptation de la résine mais se poursuivent jusqu'à la phase de production. Sur le produit fini le contrôle du retrait et du fluage des diverses couches de polyéthylène est effectué sur des morceaux de tubes testés au vieillissement et à la réaction thermique par cellule thermostatique.



12. A la fin de chaque production de couronne de tube Pexal et Mixal un test à la bille est réalisé en insérant une bille d'acier dans le tube et en la propulsant sur toute la longueur de la couronne à l'aide d'air comprimé afin d'obtenir la certitude qu'il n'y ait aucun élément d'obstruction.

6. MISE EN OEUVRE DU TUBE PEXAL ET MIXAL

6.1 Cintrage du tube

Le cintrage du tube peut être effectué de différentes manières selon le diamètre du tube. Valsir propose une large gamme d'outillage pour le cintrage des tubes. Dans le tableau ci dessous sont reportés les outillages adaptés à chaque diamètre.

OUTILLAGE VALSIR POUR CINTRAGE DU TUBE		
ARTICLE	DESCRIPTION	DIAMÈTRE
115001	Cintreuse hydraulique portable avec valise mod OB 85S avec forme et contreforme	14x2 - 16x2,25 - 20x2,5 16x2 - 20x2 - 26x3 - 32x3
115005	Cintreuse	16x2 - 16x2,25 20x2 - 20x2,5
115050	Cintreuse hydraulique portable avec valise mod OB 85S avec forme et contreforme	18x2
115051	Cintreuse mécanique portable avec valise plastique mod AMICA 3 avec forme et contreforme	14x2 - 16x2,25 - 20x2,5 16x2 - 18x2 - 20x2 - 26x3
115052	Forme et contreforme Ø 32 pour cintreuse AMICA 3	32x3
116014	Ressort interne pour tubes	14x2
116016	Ressort interne pour tubes	16x2 - 16x2,25
116020	Ressort interne pour tubes	20x2 - 20x2,5
116114	Ressort externe pour tubes	14x2
116116	Ressort externe pour tubes	16x2,25 - 16x2
116120	Ressort externe pour tubes	20x2,5 - 20x2
115060	Cintreuse mécanique à manivelle avec trépied pliable	40x3,5 - 50x4



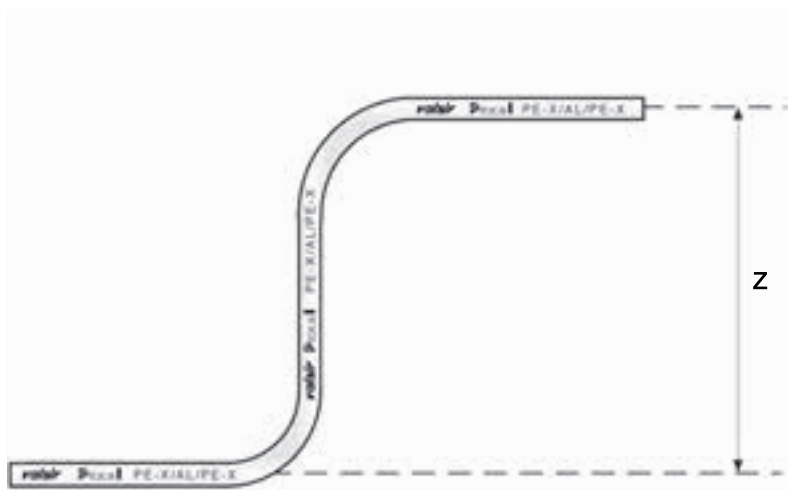
N.B. En cas de non utilisation des outillages reportés sur le tableau contrôler attentivement le diamètre et le rayon de cintrage de la forme et contreforme qui doivent correspondre exactement au diamètre externe du tube afin de ne pas endommager le tube pendant le cintrage.

MÉTHODE DE CINTRAGE DU TUBE

Ø	MANUEL		AVEC LE RESSORT INTERNE		AVEC LE RESSORT EXTERNE		AVEC LA CINTREUSE PORTABLE		AVEC LA CINTREUSE SUR TREPIED	
	Possibilité de cintrage	Rayon de cintrage min.(mm)	Possibilité de cintrage	Rayon de cintrage min.(mm)	Possibilité de cintrage	Rayon de cintrage min.(mm)	Possibilité de cintrage	Rayon de cintrage min.(mm)	Possibilité de cintrage	Rayon de cintrage min.(mm)
14x2	X	70	X	55	X	55	X	41	-	-
16x2,25	X	80	X	65	X	65	X	49	-	-
20x2,5	X	100	X	80	X	80	X	80	-	-
16x2	X	80	X	-	X	65	X	49	-	-
18x2	X	90	X	-	X	75	X	65	-	-
20x2	X	100	X	-	X	80	X	80	-	-
26x3	X	140	-	-	-	-	X	90	-	-
32x3	X	160	-	-	-	-	X	120	-	-
40x3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	X	150
50x4	-	-	-	-	-	-	-	-	X	190
63x4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	X	240

DÉSAXAGE MINIMUM ENTRE 2 COUDES CONSÉCUTIFS AVEC LES DIVERSES MÉTHODES DE CINTRAGE

Ø	DÉSAXAGE MINIMUM			
	MANUEL	CINTRE EXT/INT	CINTREUSE PORTABLE	CINTREUSE SUR TREPIED
14x2	160	110	90	-
16x2,25 - 16x2	170	120	100	-
18x2	175	125	110	-
20x2,5 - 20x2	180	130	160	-
26x3	-	-	-	-
32x3	-	-	-	-
40x3,5	-	-	-	480
50x4	-	-	-	600
63x4,5	-	-	-	760



6.2 Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 26 x3, 32x3



1. Coupe du tube

Pour effectuer une coupe rapide et précise nous conseillons l'utilisation d'un coupe tube à lame longue du type illustré ci contre. **Nous déconseillons l'utilisation de coupe tube ciseaux qui peut ovaliser le tube multicouche.**

COUPE TUBE VALSIR	
CODE	∅
105000	14 - 40
458001	6 - 63



2. Calibrage et chanfrein du tube

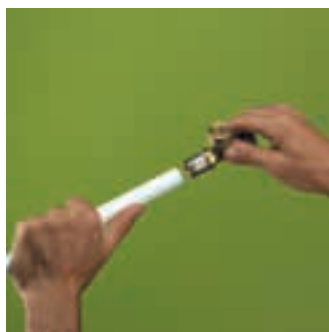
C'est une opération **indispensable** avant le montage du raccord dans le tube. Insérer à l'intérieur du tube le calibre correspondant au diamètre du tube en le faisant tourner avec attention afin d'obtenir la circonférence intérieure du tube parfaitement ronde. Après ce calibrage la fraise en butée du même calibre réalisera un léger chanfrein. Retirer le calibre et évacuer les petits déchets formés par le chanfrein.

N.B. Avant d'effectuer le calibrage, s'assurer que le calibre ne soit pas dégradé afin d'éviter d'endommager irrémédiablement le tube compromettant l'étanchéité générale. Pour cette opération de calibrage l'utilisation de calibres adaptés est indispensable (COD 105106 - 105114).



3. Lubrifier le raccord

En utilisant l'huile silicone (COD. 105210, éviter d'autres produits gras) lubrifier le bord intérieur du tube et les joints toriques montés sur l'embout afin de favoriser son insertion dans le tube et garantir la durée dans le temps de ces joints toriques.



4. Montage du raccord

Insérer le raccord dans le tube et s'assurer à travers les petits percages réalisés sur la bague que le tube est bien en butée sur l'embout.



5. Jonction du tube avec le raccord

Positionner la sertisseuse de façon à ce que la mâchoire vienne en butée contre le corps du raccord, puis sertir en actionnant la gachette de la machine. Pour le sertissage l'utilisation de machines à sertir du commerce est possible mais pour les mâchoires il est nécessaire d'utiliser les mâchoires correspondantes au profil des raccords (voir chapitre 6.10 Sertisseuses pour le tube Pexal et Mixal).

N.B. Ne pas utiliser d'autres mâchoires que celles spécifiées sur le catalogue Valsir "Outillage et composants communs".

6.3 Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 40x3.5, 50x4, 63x4.5



1. Coupe du tube

Pour effectuer une coupe rapide et précise nous conseillons l'utilisation d'un coupe tube à lame longue du type illustré ci contre. **Nous déconseillons l'utilisation de coupe tube ciseaux qui peut ovaliser le tube multicouche.**

COUPE TUBE VALSIR	
CODE	Ø
105000	14 - 40
458001	6 - 63



2. Calibrage et chanfrein du tube

C'est une opération **indispensable** avant le montage du raccord dans le tube. Insérer à l'intérieur du tube le calibre correspondant au diamètre du tube en le faisant tourner avec attention afin d'obtenir la circonférence intérieure du tube parfaitement ronde. Après ce calibrage la fraise en butée du même calibre réalisera un léger chanfrein. Retirer le calibre et évacuer les petits déchets formés par le chanfrein.

N.B. Avant d'effectuer le calibrage, s'assurer que le calibre ne soit pas dégradé afin d'éviter d'endommager irrémédiablement le tube compromettant l'étanchéité générale. Pour cette opération de calibrage l'utilisation de calibres adaptés est indispensable (COD 105133).



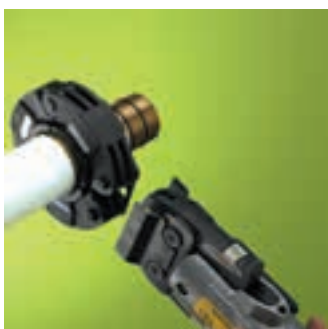
3. Lubrifier le raccord

En utilisant l'huile silicone (COD. 105210, éviter d'autres produits gras) lubrifier le bord intérieur du tube et les joints toriques montés sur l'embout afin de favoriser son insertion dans le tube et garantir la durée dans le temps de ces joints toriques.



4. Montage du raccord

- 4.1 Insérer la bague en laiton sur le raccord.
- 4.2 Insérer l'embout du raccord dans le tube jusqu'à la butée matérialisée par le joint blanc en téflon.
- 4.3 Positionner la bague jusqu' à ce qu'elle vienne également en butée contre le joint blanc en téflon.



5. Jonction du tube avec le raccord

Positionner la sertisseuse de façon à ce que la mâchoire vienne en butée contre le corps du raccord, puis sertir en actionnant la gachette de la machine. Pour le sertissage l'utilisation de machines à sertir du commerce est possible mais pour les mâchoires il est nécessaire d'utiliser les mâchoires correspondantes au profil des raccords (voir chapitre 6.10 Sertisseuses pour le tube Pexal et Mixal).

N.B. Ne pas utiliser d'autres mâchoires que celles spécifiées sur le catalogue Valsir "Outillage et composants communs".

6.4 Mise en œuvre des raccords à sertir pour le tube Pexal 16x2, 20x2 et pour le tube Mixal 16x2, 20x2



1. Coupe du tube

Pour effectuer une coupe rapide et précise nous conseillons l'utilisation d'un coupe tube à lame longue du type illustré ci contre. **Nous déconseillons l'utilisation de coupe tube ciseaux qui peut ovaliser le tube multicouche.**

COUPE TUBE VALSIR	
CODE	Ø
105000	14 - 40
458001	6 - 63



2. Calibrage et chanfrein du tube

C'est une opération **indispensable** avant le montage du raccord dans le tube. Insérer à l'intérieur du tube le calibre correspondant au diamètre du tube en le faisant tourner avec attention afin d'obtenir la circonférence intérieure du tube parfaitement ronde. Après ce calibrage la fraise en butée du même calibre réalisera un léger chanfrein. Retirer le calibre et évacuer les petits déchets formés par le chanfrein.

N.B. Avant d'effectuer le calibrage, s'assurer que le calibre ne soit pas dégradé afin d'éviter d'endommager irrémédiablement le tube compromettant l'étanchéité générale. Pour cette opération de calibrage l'utilisation de calibres adaptés est indispensable (COD 105106 - 105114).



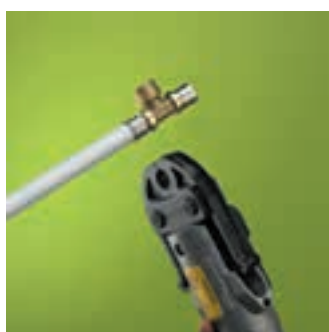
3. Lubrifier le raccord

En utilisant l'huile silicone (COD. 105210, éviter d'autres produits gras) lubrifier le bord intérieur du tube et les joints toriques montés sur l'embout afin de favoriser son insertion dans le tube et garantir la durée dans le temps de ces joints toriques.



4. Montage du raccord

Insérer le raccord dans le tube et s'assurer à travers les petits percages réalisées sur la bague que le tube est bien en butée sur l'embout.



5. Jonction du tube avec le raccord

Positionner la sertisseuse de façon à ce que la mâchoire vienne un butée contre le corps du raccord, puis sertir en actionnant la gachette de la machine. Pour le sertissage l'utilisation de machines à sertir du commerce est possible mais pour les mâchoires il est nécessaire d'utiliser les mâchoires correspondantes au profil des raccords (voir chapitre 6.10 Sertisseuses pour le tube Pexal et Mixal).

6.5 Mise en œuvre des raccords Pexal Easy pour le tube Pexal 16x2, 20x2, 26x3, 32x3



1. Coupe du tube

Pour effectuer une coupe rapide et précise nous conseillons l'utilisation d'un coupe tube à lame longue du type illustré ci contre. **Nous déconseillons l'utilisation de coupe tube ciseaux qui peut ovaliser le tube multicouche.**

COUPE TUBE VALSIR	
CODE	Ø
105000	14 - 40
458001	6 - 63



2. Insertion de l'écrou en PPSU sur le tube



3. Insertion de l'expandeur en plastique sur la matrice d'emboîture de la machine

- 3.1. Détacher la matrice d'emboîture de la machine.
- 3.2. Insérer l'expandeur en LPDE sur la matrice d'emboîture.
- 3.3. Engager de nouveau la matrice d'emboîture sur la machine.



4. Réalisation de l'emboîture sur la partie terminale du tube

- 4.1 Insérer le tube sur la matrice d'emboîture jusqu'au contact de l'expandeur avec la machine.
- 4.2 Tenir le tube d'une main et tourner la manivelle de la machine dans le sens inverse jusqu'à l'expulsion complète du tube.

N.B. L'expandeur en LPDE ne peut être utilisé que pour une seule application.



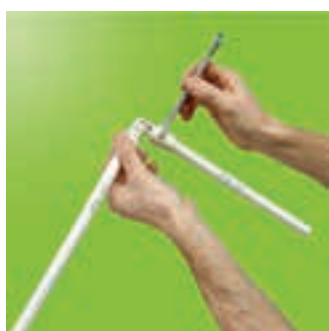
5. Lubrification de l'embout du raccord

En utilisant l'huile silicone (cod 105210, éviter d'autres produits gras) lubrifier le bord intérieur du tube et les joints toriques montés sur l'embout afin de favoriser son insertion dans le tube et garantir la durée dans le temps de ces joints.











6. Insertion du raccord sur le tube

Insérer l'embout dans l'emboîture du tube jusqu'à ce que le tube bute sur la partie terminale de l'embout.



7. Serrage avec la clé

En utilisant la clé adapté (cod162301-162303-162305-162307-162309) serrer le raccord jusqu'à ce que l'écrou se bloque sur le profil antidévisage situé sur le corps du raccord.

COULEURS DES EXPANSEURS		
CODE	DESCRIPTION	COULEUR
161901	14x2	Marron 
161905	16x2	Blanc 
161903	16x2.25	Gris 
161909	20x2	Rouge 
161907	20x2.5	Noir 
161913	26x3	Jaune 
161917	32x3	Marron 
161919	40x3.5	Bleu 

6.6 Machine à emboîture et outillage pour le système Pexal Easy

L'emboîture du tube Pexal et l'utilisation des raccords en PPSU Pexal Easy sont effectuées avec l'outillage reporté dans le tableau ci dessous.

CODE	DESCRIPTION
162201	Machine à emboîture manuelle + extracteur Ø 16-20-26-32 + support machine + valise en plastique
162203	Machine à emboîture manuelle + support machine + valise en plastique
162219	Machine à emboîture électrique pour Ø 40, 50, 63*
162207	Machine à emboîture à accumulation + extracteur Ø 16-20-26-32 + support machine + 2 batteries + chargeur batterie + valise en plastique
162301	Clé pour serrage de l'écrou Ø 14-18
162303	Clé pour serrage de l'écrou Ø 16 - 20
162305	Clé pour serrage de l'écrou Ø 26 - 32
162307	Clé pour serrage de l'écrou Ø 40
162309	Clé pour serrage de l'écrou Ø 50
162101	Extracteur Ø 14
162103	Extracteur Ø 16
162107	Extracteur Ø 20 x 2
162108	Extracteur Ø 20 x 2,5
162109	Extracteur Ø 26
162111	Extracteur Ø 32
162214	Machine à emboîture BE32 à accumulation + extracteur Ø 16-20-26 - 32 + 2 batteries + chargeur batterie + valise en plastique

* De prochaine réalisation



Les outillages électriques fonctionnent en 220V/50 Hz.



CODE 162201/162203



CODE 162219



CODE 162213/162215

6.7 Utilisation de la machine à emboîture pour les diamètres 14x2, 16x2, 16x2.25, 20x2, 20x2.5, 26x3, 32x3, 40x3.5



1. Tirer en arrière l'anneau noir en caoutchouc situé à l'extrémité de la machine



2. Extraire l'extracteur de son siege

Faire attention de tenir fermement l'extracteur pendant l'opération de retrait de l'anneau noir en caoutchouc.



3. Insérer l'expandeur en LPDE sur l'extracteur



4. Réengager l'extracteur et l'expandeur en l'insérant sur le tête de la machine

Pousser à fond jusqu'au déclic.



5. Insérer le tube dans l'extracteur jusqu'au contact avec la butée de l'expandeur et le corps de la machine

Actionner la machine jusqu'à expulsion totale du tube par rapport à la machine.

N.B. L'expandeur en LPDE est à usage unique, il ne peut être réutilisé pour réaliser d'autres emboîtures.

6.8 Machine à sertir pour tube Pexal et Mixal

Le sertissage des raccords doit être effectué avec une machine étudiée pour cette application. La gamme Valsir intègre 2 sertisseuses dont les caractéristiques sont reportées sur le tableau ci dessous.

CODE	MARQUE	DESCRIPTION
133994	CBC	Sertisseuse + valise + mâchoires Ø 16-20-26
133904	CBC	Sertisseuse + valise
133912	CBC	Sertisseuse à accumulation + chargeur + valise en plastique
133913	CBC	Sertisseuse à accumulation + mâchoires Ø 16-20-26 + chargeur + valise en plastique
133951	CBC	Batterie 14V pour sertisseuse (modèle ancien)
133955	CBC	Chargeur
133953	CBC	Manomètre de contrôle de la sertisseuse (utilisable sur toutes les sertisseuses avec une force de 3,2 kN)
133906	NOVOPRESS	Sertisseuse + valise + mâchoires et inserts Ø 40-50-63
133903	NOVOPRESS	Sertisseuse + valise
133909	Ces mâchoires sont utilisables pour toutes les machines proposées	Insert pour mâchoire Ø 50
133911		Insert pour mâchoire Ø 63
133914		Mâchoire à sertir Ø 14
133916		Mâchoire à sertir Ø 16
133920		Mâchoire à sertir Ø 20
133926		Mâchoire à sertir Ø 26
133932		Mâchoire à sertir Ø 32 (bague laiton)
133935*		Mâchoire à sertir Ø 32 (bague inox)
133940		Mâchoire à sertir Ø 40
133950		Mâchoire à sertir Ø 50
133905		Mâchoire pour Ø 50-63
133952		Batterie 18 V pour sertisseuse (nouveau modèle)
133953		Manomètre de contrôle de sertisseuse
133957		Sertisseuse manuelle avec insert Ø 16-20
133985		Chariot dérouleur TR20 pour tube Ø 14 à 20

* Mâchoire de sertissage de couleur jaune pour les raccords à bague Inox.



Pour le Ø 50 il est possible d'utiliser la mâchoire (COD. 133950) ou la mâchoire (COD. 133905) avec l'insert Ø 50 (COD. 133909).

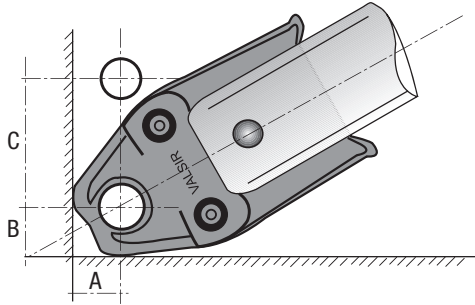
Les différents diamètres sont compatibles avec les profils de sertissage suivants:

DIAMÈTRE D	PROFIL MÂCHOIRES
14x2	H
16x2	H, TH, U
16x2,25	H, TH, U
20x2	H, TH, U
20x2,5	H, TH, U
26x3	H, TH, C
32x3	VAL, H, TH, U
40x3,5	U, VAL
50x4	VAL
63x4,5	VAL
75x5	VAL

6.9 Encombrement pour le sertissage

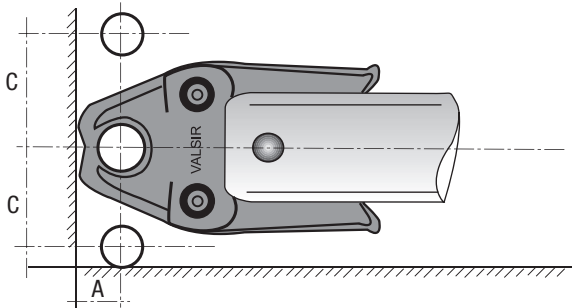
Pendant l'opération de sertissage de raccords il faut tenir compte de l'encombrement des mâchoires montées sur les sertisseuses.

FIG.1



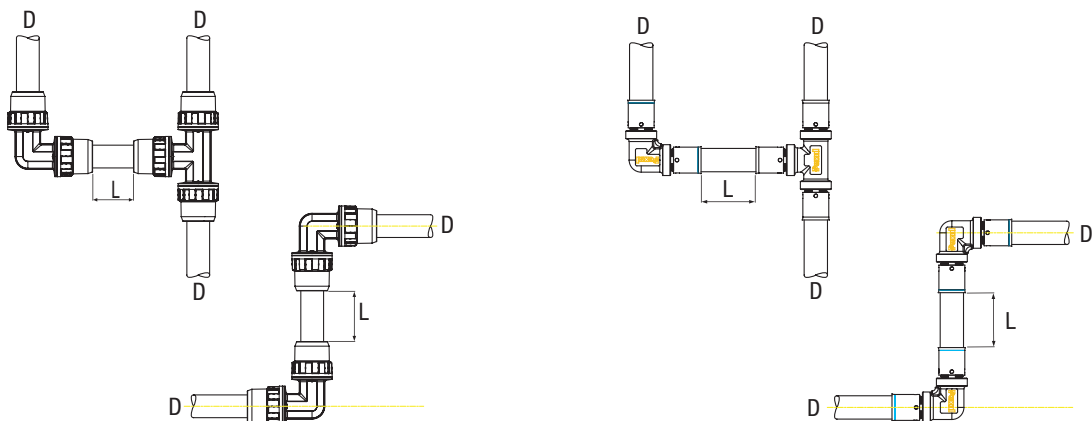
DIAMÈTRE	A (mm)	B (mm)	C (mm)
14	35	35	82
16	35	35	85
20	36	36	87
26	42	42	91
32	46	46	98
40	48	48	105
50	52	52	110
40 avec insert	68	68	88
50 avec insert	75	75	100
63 avec insert	84	84	115

FIG.2



DIAMÈTRE	A (mm)	C (mm)
14	24	54
16	24	56
20	25	59
26	29	69
32	37	81
40	41	88
50	45	100
40 avec insert	68	88
50 avec insert	75	100
63 avec insert	84	115

DISTANCE MINIMUM ENTRE SERTISSAGE	
∅ (mm)	L (mm)
16	65
20	65
26	65
32	80
40	110
50	110



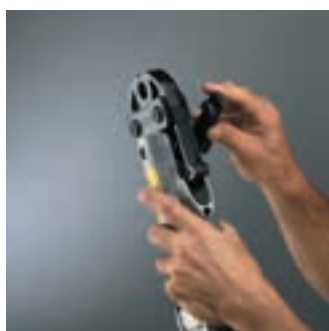
6.10 Utilisation de sertisseuses avec les mâchoires 16-20-26-32-40-50



1. Tourner l'axe de fermeture pour l'insertion de la mâchoire sur la sertisseuse



2. Reculer l'axe de fermeture pour insérer la mâchoire sur la base



3. Insérer la mâchoire sur la base

Repousser l'axe de fermeture et le tourner pour bloquer la mâchoire.



4. Actionner les branches de la mâchoire pour l'ouvrir et permettre l'insertion du tube

4.1 Positionner la sertisseuse de manière à ce que la mâchoire vienne en butée sur le corps du raccord.

4.2 Relacher les branches de la mâchoire et sertir en actionnant la gachette de la sertisseuse.

4.3 Ne pas relacher la gachette jusqu'à ce que le sertissage soit terminé.

4.4 Actionner les branches de la mâchoire pour l'ouvrir et extraire le tube.

6.11 Sertisseuse avec insert et mâchoire pour les diamètres 40-50-63

1. Insérer la mâchoire de base pour les diamètres (40-50-63) dans la base de la sertisseuse (conformément à la description précédente).
2. Insérer l'insert pour la mâchoire sur le raccord et le serrer en tournant les fermetures de manière à ce qu'il arrive en butée contre le joint blanc (FIG. 1).
3. Insérer la mâchoire de base sur l'insert en agissant sur les branches. Relacher la mâchoire en s'assurant que l'insert soit bien positionné dans le siège (FIG. 2-3).
4. Sertir le raccord en actionnant la gachette de la sertisseuse. Ne pas relacher la gachette jusqu'à ce que le sertissage soit terminé. Actionner les branches de la mâchoire pour l'ouvrir et l'extraire de l'insert et ôter l'insert du tube.



FIG. 1



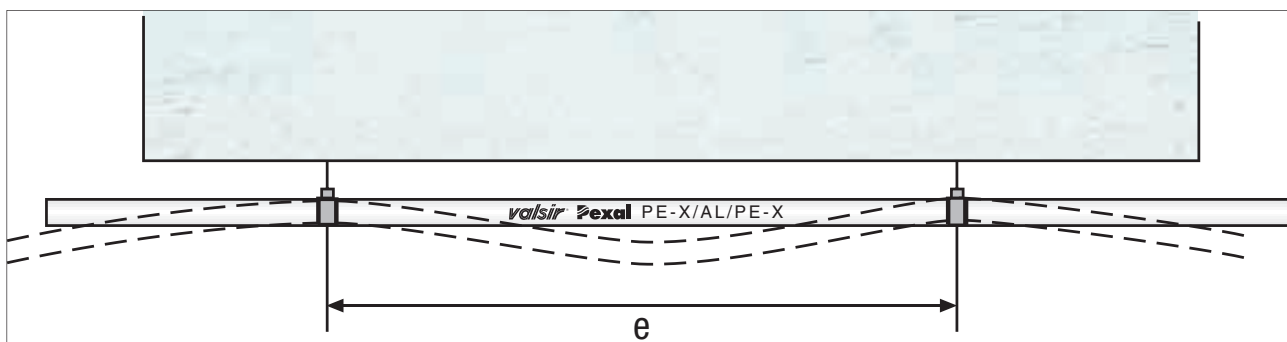
FIG. 2



FIG. 3

6.12 Fixation du tube avec des colliers

La fixation du tube Pexal doit être effectuée avec des colliers adaptés du diamètre 16 au 63 avec des chevilles en plastique de 8 mm. Afin d'éviter la flexion du tube entre 2 colliers (à cause de la dilatation), comme indiqué sur le schéma, la distance minimum de fixation entre un collier et l'autre est reportée sur le tableau suivant.



N.B. Laisser les colliers légèrement ouverts de manière à ce que le tube ait la possibilité de bouger et d'éviter ainsi des déformations dues à la dilatation et la contraction.

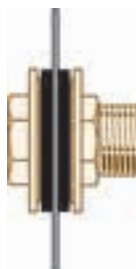
DISTANCES DE FIXATION DES COLLIERES POUR LE TUBE

DIAMÈTRE	e (mm)	VIS	CHEVILLE	CODE VALSIR
14	750	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108014
16	1000	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108016
18	1100	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108018
20	1250	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108020
26	1500	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108026
32	2000	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108032
40	2250	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108040
50	2500	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108050
63	2750	M8x100 mm	Ø 10x50 mm	108063

6.13 Insonorisation des installations réalisées avec les systèmes Pexal et Mixal

Malgré que le tube Pexal possède des propriétés acoustiques optimales le raccordement des raccords aux structures fixes peut transmettre des vibrations à la construction engendrant des bruits. Pour cette raison Valsir a créé des raccords munis de joints en plastique qui évitent la transmission de vibration à la structure, éliminant ainsi la possibilité de bruit. Ainsi les colliers de fixation sont fournis avec un joint plastique qui isole le tube de la paroi sur laquelle il est fixé. L'utilisation d'isolants ou de gaine sur la canalisation augmente l'absorption acoustique du système.

PIÈCES POUR L'INSONORISATION DU TUBE		
CODE	DESCRIPTION	DIAMÈTRE
823038	Raccord droit à bride avec joint antivibratoire pour bati support	F3/8" x F3/8"
823042	Coude à bride avec joint antivibratoire pour bati support	F1/2" x F1/2"
825028	Raccord droit à bride avec joint antivibratoire, rondelle et écrou de fixation pour bati support	F3/8" x M3/8"
825022	Raccord droit à bride avec joint antivibratoire pour bati support	F1/2" x M1/2"
825039	Coude à bride avec joint antivibratoire pour bati support	F3/8" x M3/8"
825040	Raccord droit à bride avec joint antivibratoire, rondelle et écrou de fixation pour bati support	F1/2" x M1/2"



6.14 Tube multicouche pour installation en eau glacée pour climatisation

Pour les installations en eau glacée pour climatisation il est conseillé d'utiliser la gamme de tube revêtu avec l'isolant de 10 mm d'épaisseur CODE 100461 (16x2), CODE 100465 (20x2), CODE 100469 (26x3).

Les caractéristiques techniques d'un tube pour son utilisation en eau glacée pour climatisation (ex: ventiloconvecteur) sont les suivantes:

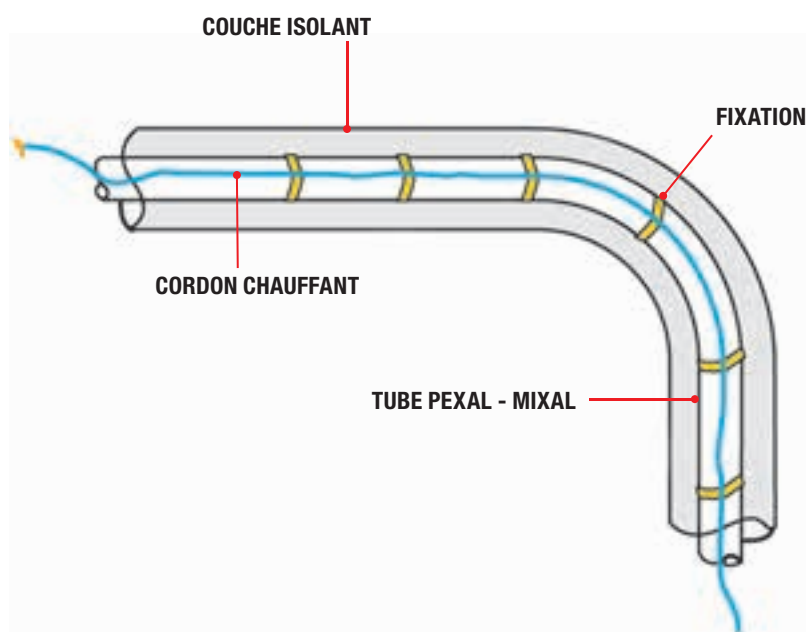
1. Aucune formation de condensation. La présence de l'isolant sur le tube Pexal et Mixal constitué de polyéthylène haute densité à cellule fermée, et le procédé de fabrication avec un ajustage précis sur le tube évitent la formation de condensation sur la paroi externe du tube pénalisant l'installation aux travers d'effets négatifs sur la conductivité thermique.
2. Les conditions de service maximum ne doivent en aucun cas dépasser celle du tube: plage de travail de 0 à 95°C et pression maximum de 10 bar. Dans le cas d'eau glacée pour climatisation l'eau se situe à une température voisine de 7°C et une pression de 1-1,5 bar ce qui situe le réseau dans le champ d'application du tube Pexal.
3. Le fluide utilisé doit être de l'eau ou un fluide non agressif utilisable dans les limites du système. Dans les applications fan-coil ou ventiloconvecteurs le fluide utilisé est généralement de l'eau ou un mélange d'eau avec du glycole éthylénique (permettant d'abaisser la température du fluide sans en altérer l'efficacité).



Il est déconseillé d'utiliser le système pour le transport des fluides cryogéniques employés dans les installations frigorifiques (installations de climatisation ou de congélation) comme par exemple les différents types de gaz fréon (HFC, HCFC) ou ammoniacs à cause de leur caractère agressif pour le système ou bien à cause de la faible épaisseur de l'isolant pour de telles applications.

6.15 Cordon chauffant

C'est un système de réchauffage de l'eau qui utilise un câble électrique fixé sur toute la longueur du tube parcourue par de l'eau. Le passage du courant électrique dans le câble génère de la chaleur qui se transmet au tube réchauffant l'eau. Le tube Pexal et Mixal peuvent être utilisés dans cette application grâce à la couche d'aluminium qui garantit une distribution homogène de la chaleur sur toute la surface du tube. Le cordon chauffant fixé sur le tube ne doit pas dépasser la température de 80°C. Le tube et le câble fixés l'un à l'autre doivent être protégés avec un isolant minimum de 10 mm.

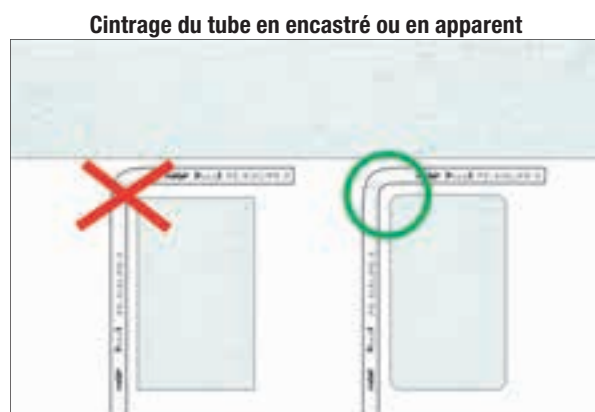
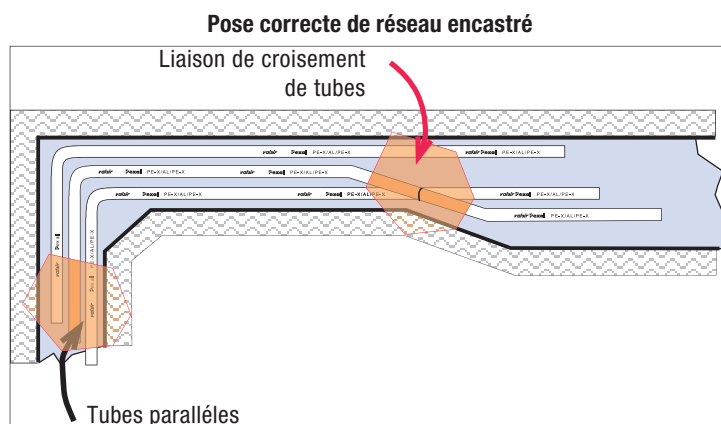


6.16 Conseils pour la mise en oeuvre d'une installation avec les tubes Pexal ou Mixal

Dans une installation sanitaire et chauffage avec les tubes Pexal et Mixal il est conseillé de suivre les conseils de pose suivants:

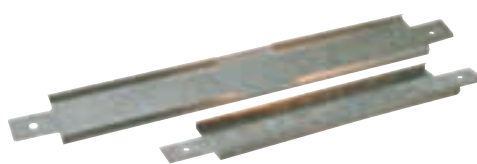
1. Les tubes installés en dalle doivent être posés de manière rectiligne et attachés les uns aux autres. Les croisements de tubes donneront lieu à des liaisons des deux réseaux. Il est important de protéger des écrasements accidentels les réseaux posés au sol en encastré: ne pas poser de poids trop important, protéger les passages à risque d'écrasement du tube par des chutes de matériel pesant.
2. En pose sous dalle il est opportun de protéger le tube avec de la gaine annelée ou de l'isolant (pour la protection et la dilatation). Valsir propose à cet effet une gamme de tube isolant (voir tableau).
3. Il est obligatoire de toujours protéger les raccords en laiton avec du carton ou du ruban adhésif afin d'éviter l'agression des agents chimiques contenus dans le béton ou ciment. Toute sorte de ciment peut oxyder le raccord laiton en partie ou en totalité et provoquer dans le temps des fuites. C'est pour cette raison que le raccord en laiton doit être complètement isolé afin d'empêcher le contact avec tous les agents oxydants.
4. Pour les liaisons filetées ne pas utiliser d'excèsive quantité de filasse qui peut provoquer des ruptures du raccord. Nous conseillons l'emploi de ruban de teflon ou de teflon liquide (*).
5. Le tube pendant la mise en œuvre ne doit pas être plié proche d'un angle vif que ce soit en encastré, en apparent ou en traversée de mur.
6. La pose en apparent doit être effectuée à l'aide de colliers à distance précise reportée dans le chapitre "Fixation des tubes avec colliers".
7. Pour le raccordement des réservoirs de chasse Valsir produit des coudes mâles et femelles avec contre écrou applicable à tous les réservoirs de sa gamme ainsi que ceux du marché.
8. Il est recommandé d'utiliser pour les raccordements sanitaires les plaques de fixations au mur sur lesquelles se fixent des raccords coulissants. Ces plaques peuvent être fixées au mur à l'aide de chevilles ou bien scellées.
9. Pour exécuter une installation sanitaire ou de chauffage en hydrocâblé Valsir propose une gamme complète de collecteurs, d'équerres de fixation et de coffrets.

(*) Pour les liaisons filetées en PPSU l'utilisation de teflon liquide peut fragiliser la matière. Ainsi nous vous invitons à consulter la compatibilité page 76 du présent document et la notice technique du fabricant du teflon liquide.



CINTRAGE DU TUBE EN COURONNE

	CODE	DIAMÈTRE	mt.	COULEUR
Pexal	100201	14x2	50	RAL 9003 (blanc)
	100205	16x2,25	50	RAL 9003 (blanc)
	100213	20x2,5	50	RAL 9003 (blanc)
	100217	26x3	50	RAL 9003 (blanc)
	100207	16x2	50	RAL 9003 (blanc)
	100209	18x2	50	RAL 9003 (blanc)
	100215	20x2	50	RAL 9003 (blanc)
	100461	16x2	50	(bleu)
	100463	16x2,25	50	(bleu)
	100465	20x2	50	(bleu)
	100467	20x2,5	50	(bleu)
	100469	26x3	50	(bleu)
Mixal	100237	16x2	50	RAL 9003 (blanc)
	100239	20x2	50	RAL 9003 (blanc)



RACCORD COMPLET AVEC ÉCROU

CODE	DIAMÈTRE
820136	F 3/8" x M 3/8"
820137	F 1/2" x M 1/2"
820139	F 3/8" x F 3/8"
820140	F 1/2" x F 1/2"

PLAQUE DE FIXATION

CODE	L (mm)
106018	180
106028	280
106118	180
106128	280

6.17 Résistance aux composants chimiques des tubes Pexal et Mixal

En accord avec la norme ISO/TR 10358:1983 la couche externe (PERb ou Pehd) du tube peut venir au contact des composants chimiques (dans les concentrations et aux températures reportées).



La peinture ou le lavage avec des détergents de la couche externe du tube sont autorisés en tenant compte que la composition chimique des peintures ou des détergents soit compatible avec celle reportée dans le tableau A page 71.

6.18 Essai en pression de l'installation

Après le montage tous les réseaux de tube doivent être éprouvés. Avant d'encastrement définitivement l'installation il est nécessaire de mettre sous pression les réseaux conformément aux règlements en vigueur dans chaque état.

DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE:

■ Application chauffage:

Classe 0: circuits de liquide dont la température peut être de 90°C en permanence et pouvant subir des pointes accidentelles à 110°C. La Pression Maximale Admissible (PMA) pour cette Classe est de 6 bar.

Classe 2: installations de chauffage du type "basse température" (ex: planchers chauffants) dont la température est normalement inférieure ou égale à 50°C, et pouvant subir des pointes accidentelles à 65°C. Un dispositif particulier limite impérativement la température à 65°C au plus. La Pression Maximale Admissible (PMA) pour cette Classe est de 6 bar.

■ Application distribution d'Eau Chaude et Froide Sanitaire:

Classe ECFS: Installations parcourues par de l'eau dont la température est au plus de 80°C mais pouvant subir des pointes accidentelles à 100°C. Toutefois l'arrêté du 23 juin 1978 limitant la température de l'eau chaude sanitaire à 60°C au point de puisage, le calcul de la contrainte admissible pour une durée de vie de 50 ans a été effectuée à cette température. La Pression Maximale Admissible (PMA) pour cette Classe est de 10 bar.

■ Distribution d'eau froide ou glacée:

Installations de conditionnement d'air et de rafraîchissement dont la température minimale est de 5°C. La Pression Maximale Admissible (PMA) pour cette application est de 10 bar.

6.19 Cahiers des charges

Le tube pour la distribution d'eau à l'intérieur d'un bâtiment doit être du type multicouche Pexal dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous. L'aluminium du tube multicouche doit être soudé bout à bout longitudinalement avec une soudure TIG sur toute la longueur du tube. Le process de soudure doit être accompagné du certificat de l'institut italien de la soudure (IIS-Certificat n° LT 606.LT 813).

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE PEXAL								
Diamètre externe	mm	16	20	26	32	40	50	63
Epaisseur totale	mm	2	2	3	3	3,5	4	4,5
Longueur couronne	m	100	100	50	50	-	-	-
Longueur barre	m	5	5	5	5	5	5	5
Volume eau contenue	l/m	0,113	0,201	0,314	0,531	0,960	1,385	2,289
Température de service	°C	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80	0-80
Température maximale de service	°C	95	95	95	95	95	95	95
Pression maximale de service temp 95°	bar	10	10	10	10	10	10	10
Coefficient de dilatation thermique	mm/m K	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Conductivité thermique interne	W/mK	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Rugosité interne	mm	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Diffusion oxygène	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rayon de cintrage sans cintreuse	mm	80	100	140	160	-	-	-
Rayon de cintrage avec cintreuse	mm	50	80	100	120	150	190	240



La gamme de raccords utilisée doit être en alliage de laiton norme BS 2874 CW 602N antidézincification. Le système doit être validé par des homologations relevant de cette certification. La mise en œuvre doit être réalisée en respectant les conseils reportés sur le catalogue technique du producteur. De plus l'installation doit être conforme aux règles de l'art.

DONNEES TECHNIQUES DU TUBE MULTICOUCHE ISOLE PEXAL				
Diamètre externe tube nu	mm	16	20	26
Epaisseur tube	mm	2	2	3
Epaisseur du revêtement	mm	6/10	6/10	6/10
Diamètre extérieur du tube revêtu	mm	28	32	38
Longueur couronne	m	50	50	50
Densité de l'isolant	Kg/m ³	33	33	33
Résistance à la traction de l'isolant	N/mm ²	>0,18	>0,18	>0,18
Allongement à la rupture de la couche isolante	/	>80%	>80%	>80%
Perméabilité à la vapeur de l'isolant	mg/Pa s.m	<0,15	<0,15	<0,15
Conductivité thermique de la couche isolante	W/mk	0,0397	0,0397	0,0397
Conductivité thermique du tube isolé	W/mk	0,06	0,066	0,070
Résistance au feu	-	No	No	No
LA COUCHE ISOLANTE EST CONSTITUEE DE PEHD A CELLULE FERMEE AUTOEXTINGUIBLE				

7.1 Calcul de pertes de charge

Le calcul des pertes de charge continues (c'est-à-dire en tenant compte du contact de l'eau sur les parois du tube) est réalisé en utilisant les 3 diagrammes suivants qui fournissent les pertes de charge en fonction de la température de l'eau. Les graphiques utilisés permettent d'évaluer approximativement la vitesse dans le réseau. Un calcul plus précis de la valeur est obtenu en divisant le débit par la section interne du tube.

La vitesse de l'eau dans le réseau de tube ne doit généralement pas dépasser 2 m/s pour les diamètres 16-20-26 et 3 / 3,5 m/s pour les diamètres 32-40-50-63 (pour éviter les phénomènes de bruit à cause du flux) et dans tous les cas un réseau de tube sera bien dimensionné si les pertes de charge ne dépassent pas 10-15% de la pression d'alimentation. Le diagramme suivant peut être utilisé pour calculer le diamètre correct du tube pour véhiculer un débit donné.

EXEMPLE 1: Calcul des pertes de charge continues d'un réseau de tubes

Calculer la perte de pression sur un réseau de tube Pexal Ø 20x2 d'une longueur de 15 m alimenté par un débit d'eau froide de 9 l/mn (environ 0,54 m³/h).

A ce niveau on utilise le diagramme des pertes de charge avec la température d'eau de 10 °C .

En reportant sur l'axe vertical du débit correspondant à 9 l/mn et en croisant la droite relative au tube Ø 20x2 on lit sur l'axe horizontal une valeur de 4 mbar/m.

La perte de pression totale est donc:

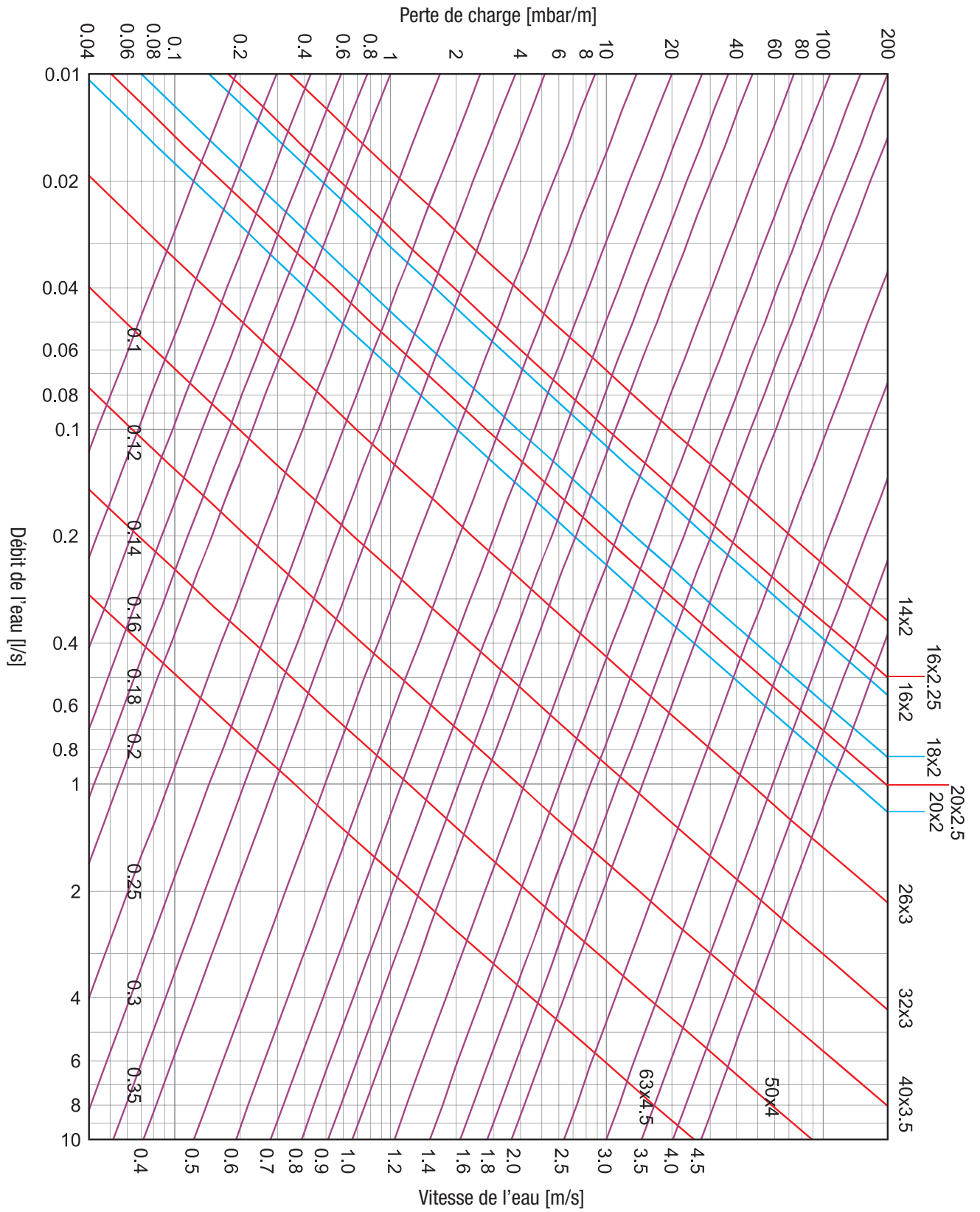
$$\Delta p = 4 \times 15 = 60 \text{ mbar}$$

Si la pression d'alimentation du tube P_e est par exemple de 4 bar la pression en sortie P_s sera:

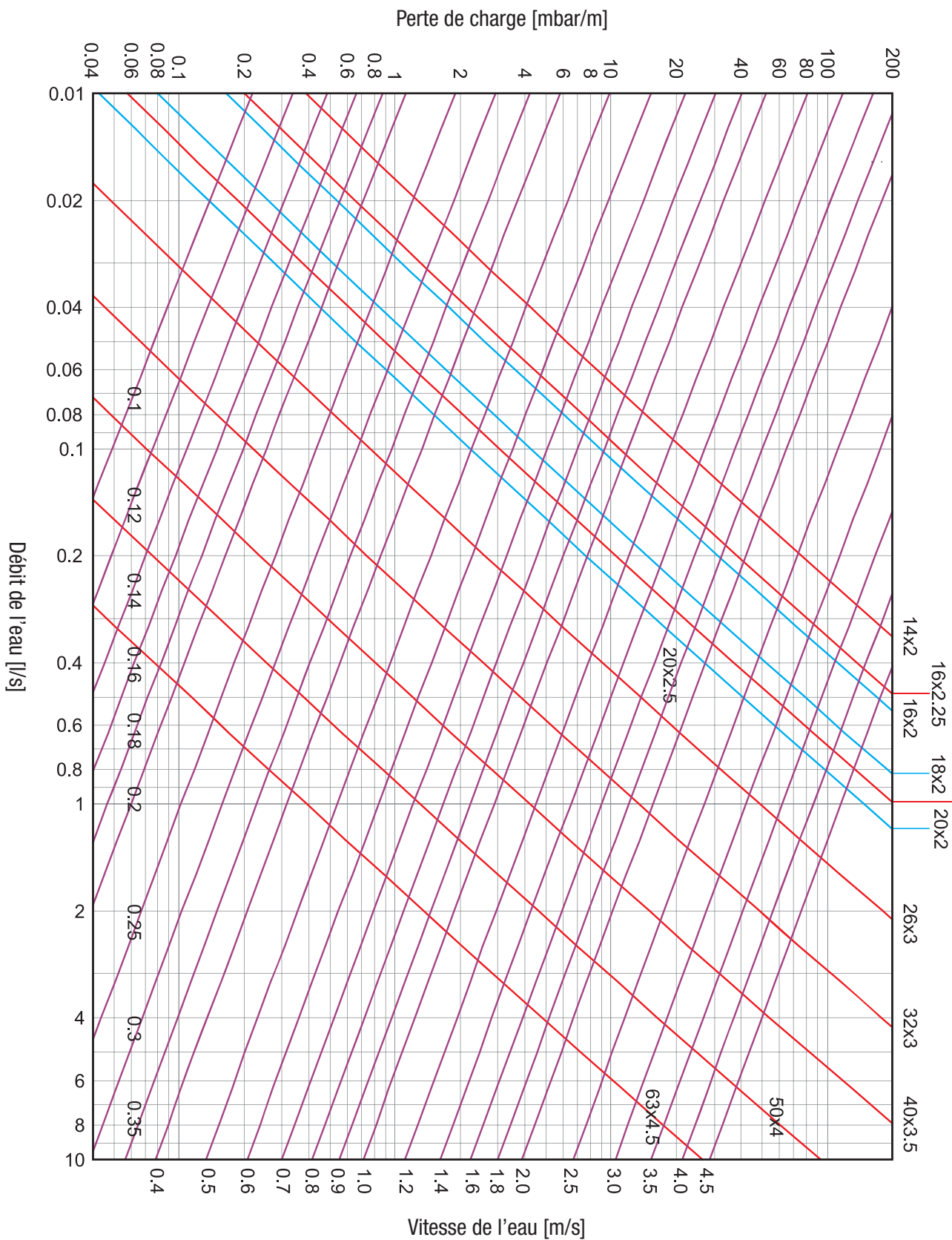
$$P_s = P_e - \Delta p = 4 - 0,06 = 3,94 \text{ bar}$$

Du diagramme la vitesse de l'eau est de 0,8 m/s.

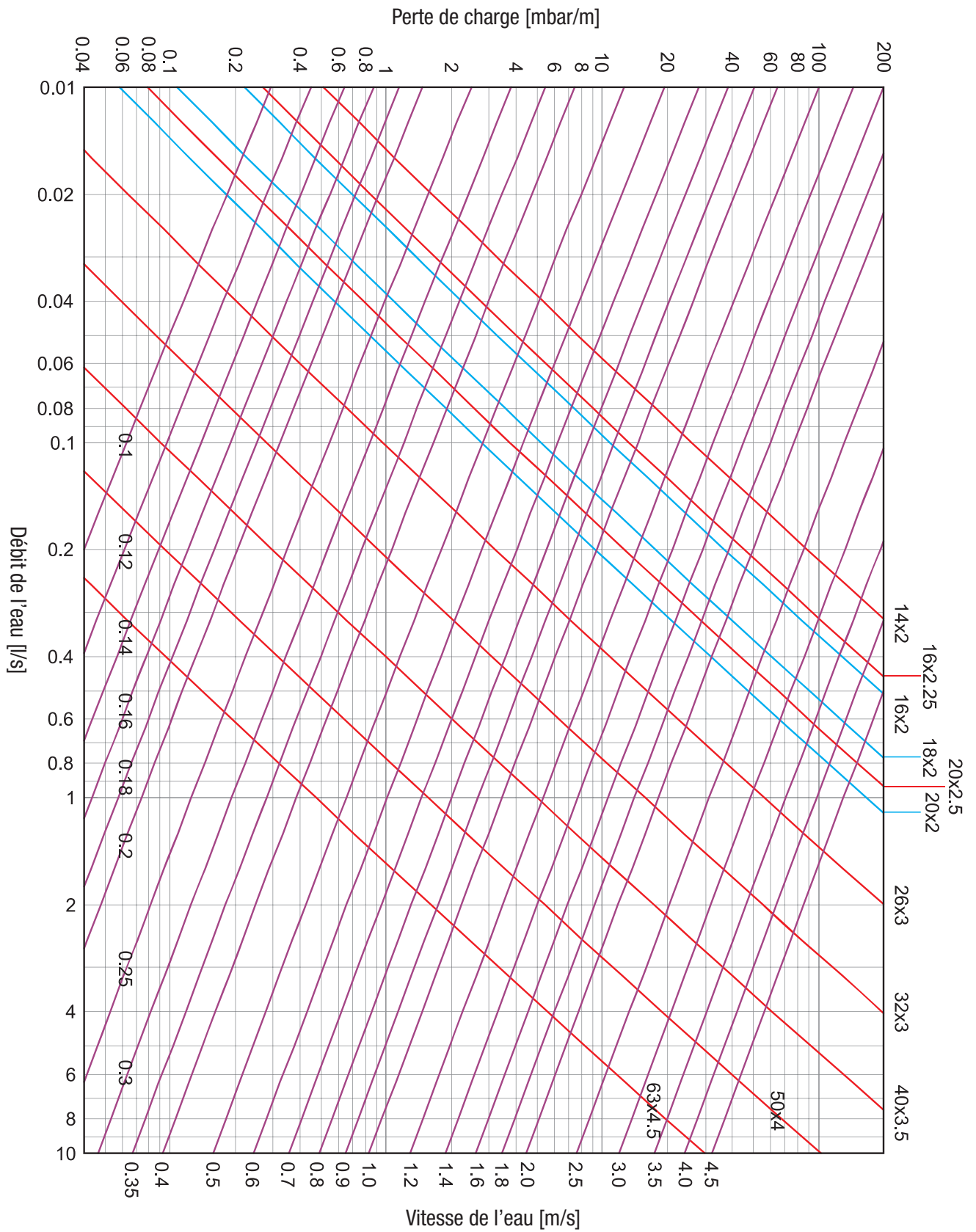
Température de l'eau 80 °C



Température de l'eau 50 °C



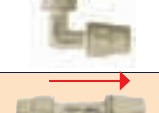
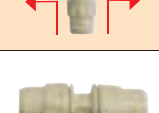


Température de l'eau 10 °C



7.2 Pertes de charge localisées

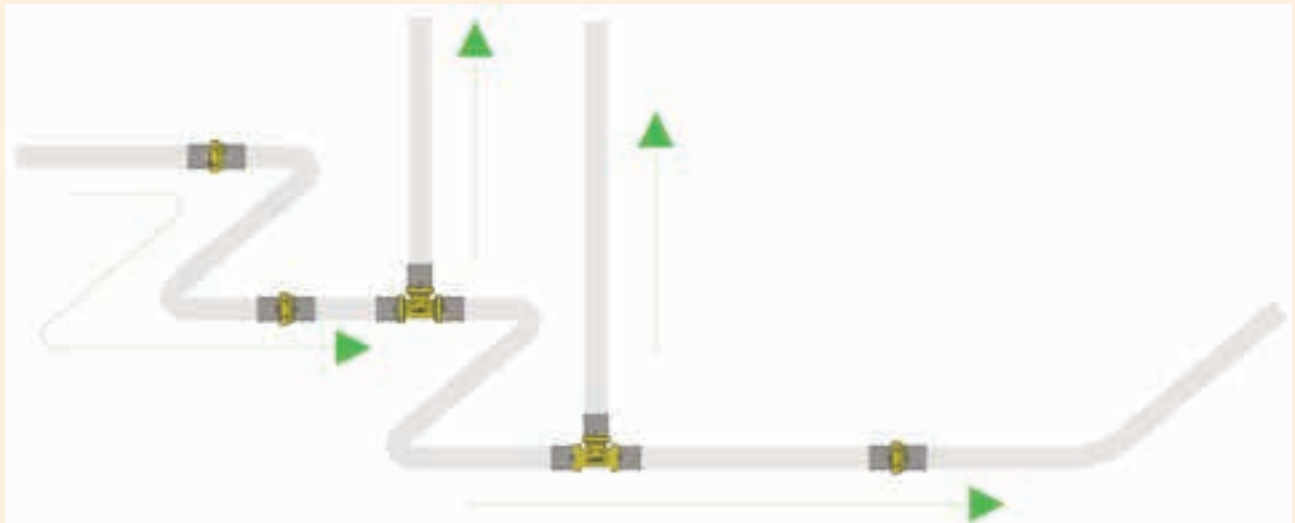
Les pertes de charge localisées (sur un cintrage du tube ou sur un raccord quelconque) peuvent être calculées en fonction du tableau ci-dessous.

DIAMÈTRE DU TUBE		14x2	16x2,25	16x2	18x2	20x2,5	20x2	26x3	32x3	40x3,5	50x4	63x4,5	
		LONGUEUR EQUIVALENT DU TUBE EN METRE											
Mixal	Cintrage tube		0,75	0,65	0,63	0,60	0,55	0,54	0,50	0,55	0,45	0,48	0,50
	Coude à 90°		1,8	1,45	1,4	1,3	1,2	1,1	1,05	0,95	1,15	1,15	1,2
	T a 90°		1,5	1,25	1,0	0,9	0,75	0,73	0,62	0,58	0,55	0,65	0,7
	T a 90°		1,75	1,55	1,53	1,50	1,45	1,44	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
	T a 90°		1,9	1,65	1,50	1,35	1,25	1,24	1,2	1,1	1,25	1,3	1,25
	Manchon		1,15	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,25	0,2	0,35	0,45	0,50
Pexal	Coude à 90°		-	1,05	0,98	-	0,84	0,77	0,74	0,67			
	T a 90°		-	0,87	0,7	-	0,52	0,51	0,43	0,41			
	T a 90°		-	1,08	1,07	-	1,01	1,00	0,98	0,91			
	T a 90°		-	1,15	1,05	-	0,88	0,87	0,84	0,77			
	Manchon		-	0,6	0,56	-	0,48	0,45	0,18	0,14			

Les valeurs sont exprimées en mètre de tube équivalent. Pour calculer les pertes de charge totales du réseau on doit ajouter à chaque longueur de réseau les pertes de charge continues à celles localisées. Pour réaliser cela il suffit de sommer à la longueur de tube effective du réseau, les mètres de tube équivalent dus à la présence des raccords ou des cintrages. Cette somme sera multipliée par la perte de charge unitaire en mbar/m visualisée sur le diagramme des pertes de charges.

EXEMPLE 2: Calculer les pertes de charge totale d'un réseau horizontal de tubes

Calculer les pertes de charge totales d'un réseau Pexal Ø 20x2 de 20 ml de longueur comprenant 5 cintrages, 2 té à 90° et 3 manchons. Le débit est de 0,3 l/s.



TUBE	CINTRAGE	T	MANCHON	TOTAL
20 m	0,54x5 m	0,75x2 m	0,70x3 m	26,30 m

En utilisant le diagramme avec une eau à température de 10°C et en reportant sur l'axe vertical 0,3 l/s et en croisant la droite relative au Ø 20x2 nous constatons une perte de charge de 18 mbar/m. La perte de charge sur le réseau sera de:

$$\Delta p_{\text{tot}} = 18 \text{ mbar/m} \times 26,30 \text{ m} = 473,40 \text{ mbar}$$

La pression en fin de réseau est donnée par la pression d'arrivée à laquelle s'ajoutent les pertes de charge totales. Si le réseau est verticale pour calculer la pression en fin de réseau il faut déduire ou ajouter (selon que la fin soit plus haute ou plus basse que l'arrivée) la pression de 1 bar par 10 ml de tube verticale.

7.3 Calcul des dilatations

Ainsi que nous l'avons déjà évoqué, le tube multicouche possède une dilatation thermique proche de celle des tubes métalliques, grâce à la présence de la couche d'aluminium qui impose aux couches de PER les dilatations de la couche métallique. Dans le tableau ci-dessous la confrontation des coefficients de dilatation thermiques entre le tube Pexal et les autres matériaux est mise en évidence.

Le calcul de la dilatation thermique du tube multicouche peut être effectué de deux manières différentes:

1. En utilisant la formule suivante:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta t$$

ou:

L = Longueur du réseau de tube en m.

ΔL = Dilatation du tube en mm.

α = Coefficient de dilatation du matériau exprimé en $\text{mm}/^\circ\text{C} = 0,026$.

Δt = Différence entre la température de service et celle au moment de l'installation exprimée en $^\circ\text{C}$.

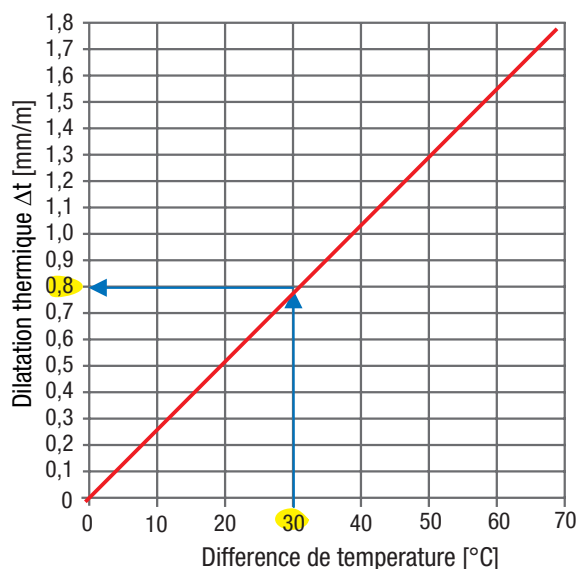
EXEMPLE 3: Calcul de la dilatation d'un tube Pexal à l'aide de la formule

Calculer la dilatation de 15 m de tube Pexal $\varnothing 20 \times 2$ avec une température de service de 50°C , posés à une température de 20°C .

$$\Delta L = 0,026 \times 15 (50 - 20) = 11,7 \text{ mm}$$

2. Il est également possible de calculer la dilatation du tube en utilisant le diagramme ci-dessous. Sur l'axe horizontal est reportée la différence de température entre celle de service et celle de la pose. En positionnant une droite verticale sur cette valeur au niveau du croisement de l'oblique on tire une droite horizontale pour obtenir sur l'axe vertical une valeur de dilatation (en mm) par mètre de tube. Pour calculer la dilatation effective du réseau il suffira de multiplier cette valeur par la longueur du réseau de tube (exprimée en m).

COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE DES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX	
TYPE DE TUBE	COEFF. DIL. TERM. A [$\text{mm}/(^\circ\text{C m})$]
PEXAL - MIXAL	0,026
Acier zingué	0,012
Acier inox	0,017
Cuivre	0,017
Matière plastique (PER PEHD PPRC)	0,12 - 0,20



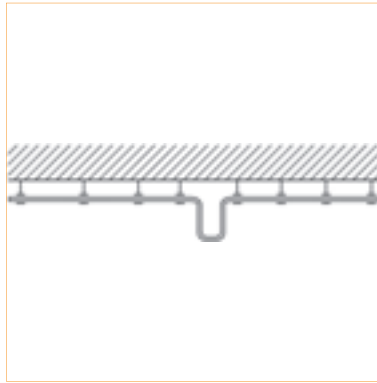
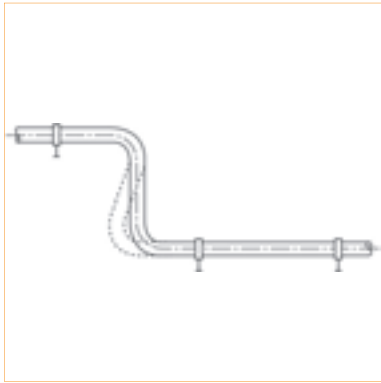
EXEMPLE 4: Calcul de la dilatation d'un tube Pexal à l'aide du diagramme

Calculer la dilatation de 15 m de tube Pexal $\varnothing 20 \times 2$ à une température de service de 50°C , posés à une température de 20°C . Le Δt appliqué sur le tube est de $50 - 20 = 30^\circ\text{C}$.

En positionnant une droite verticale sur cette valeur de 30°C au niveau du croisement de l'oblique on tire une droite horizontale pour obtenir une valeur de dilatation par mètre de tube de $0,8 \text{ mm/m}$. La dilatation totale sera de:

$$\Delta L = 15 \times 0,8 = 12 \text{ mm}$$

7.4 Compensation des dilatations



Bien que le tube multicouche possède une dilatation réduite, le réchauffement et le refroidissement à l'intérieur du tube induisent assurément un allongement ou un rétrécissement de la longueur du réseau. Une des techniques de compensation en pose en apparent est d'utiliser les lyres en forme de U sur les réseaux rectilignes.

Dans le cas de pose en encastré, on peut remédier au problème en recourant à l'utilisation de tube isolé.

7.5 Calcul de la longueur de la lyre de dilatation

La longueur de la lyre de dilatation peut être déterminée par le diagramme ci-dessous ou en la calculant selon la formule suivante:

$$b = K \times (\emptyset \times \Delta L)^{1/2}$$

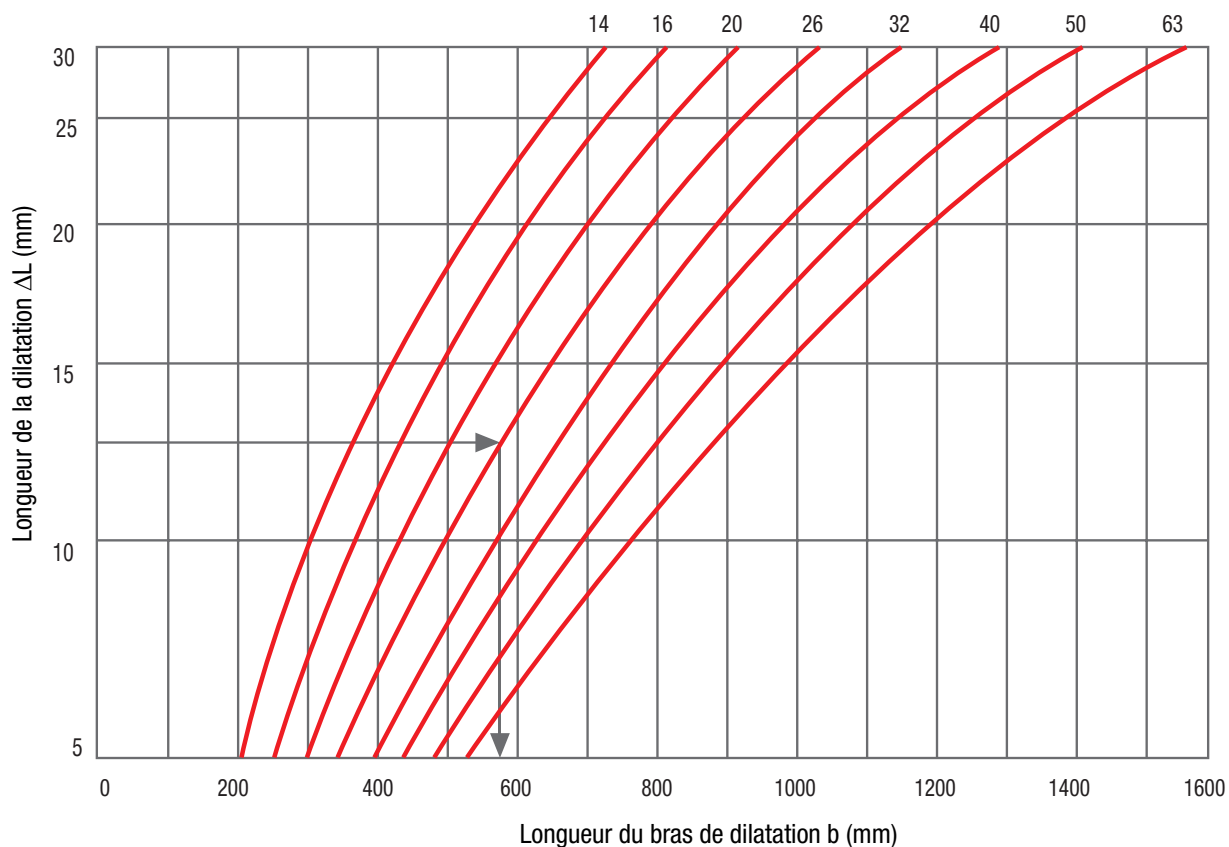
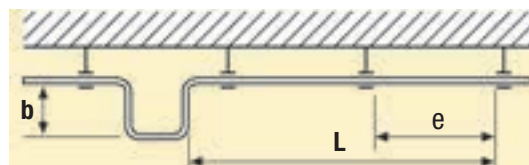
Ou:

b = Longueur de la lyre

∅ = diamètre externe du tube multicouche (en mm)

ΔL = dilatation du réseau de tube (calculée comme illustré précédemment)

K = constante de la matière (pour le tube Pexal et Mixal = 33)



EXEMPLE 5: Calcul de la lyre de dilatation

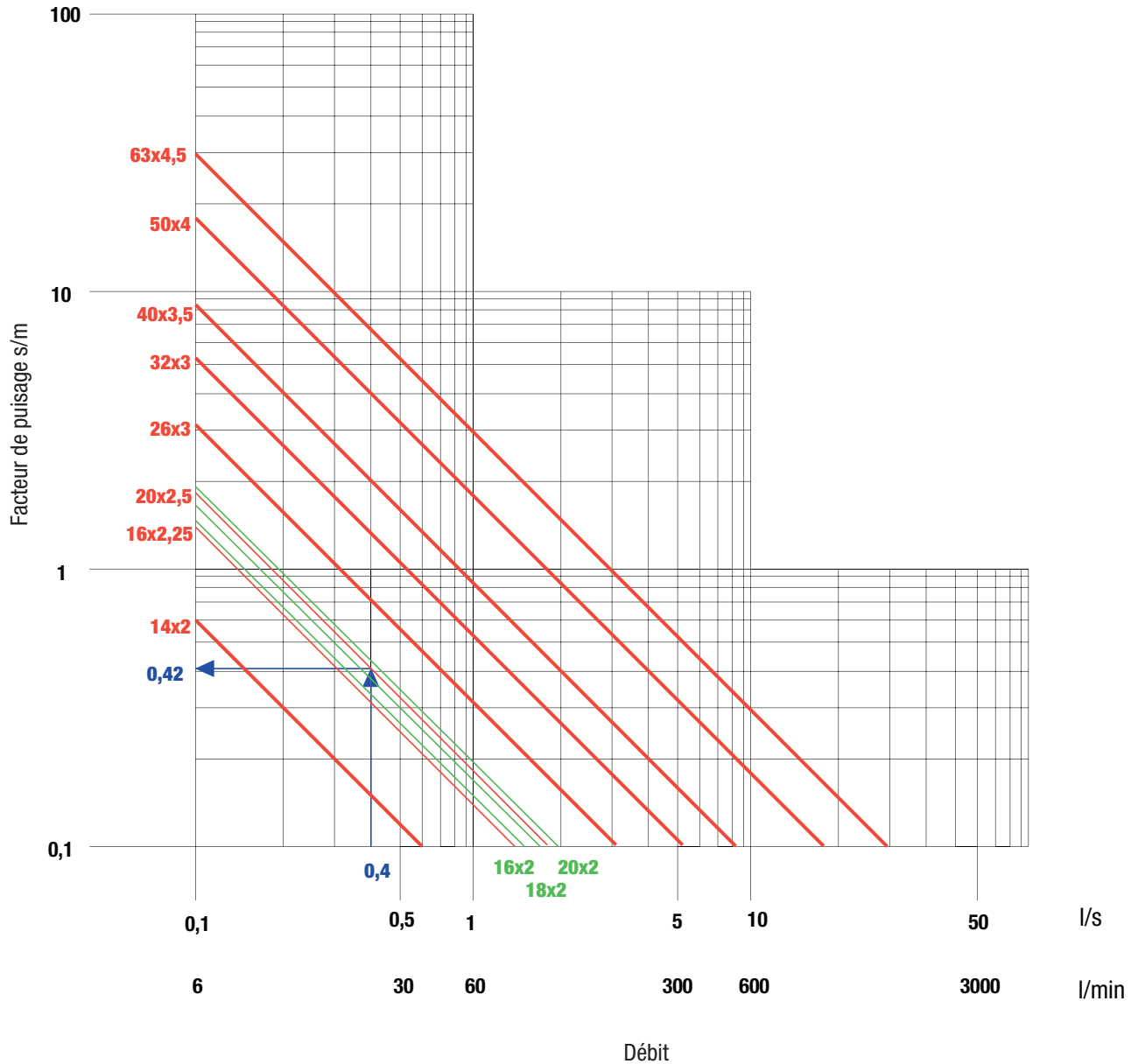
Calculer la longueur de la lyre de dilatation d'un tube multicouche Pexal \emptyset 26 d'une longueur de 8 ml soumis à une variation $\Delta t = 60$ °C.

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta t = 0,026 \times 8 \times 60 = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = 33 \times (26 \times 12,5)^{1/2} = 595 \text{ mm}$$

7.6 Temps de puisage de l'eau chaude

Afin de limiter la consommation d'eau, le temps de puisage de l'eau chaude doit être contenu sous la demi minute. Ce temps dépend du débit utilisé, du diamètre du réseau de tube et de la distance entre le générateur d'eau chaude et le lieu de puisage. Pour calculer le temps de puisage il est possible d'utiliser le diagramme ci-dessous sur lequel est visualisé le facteur de puisage A (s/m) qui multiplié par la longueur du réseau de tube fournit le délai de puisage de l'eau chaude.



EXEMPLE 6: Calcul du temps de puisage de l'eau chaude

Calculer le temps de puisage d'un réseau de tube Pexal Ø 20x2 long de 13 m et fonctionnant avec un débit de 0,4 l/s.

Sur le diagramme ci-dessous, repérer sur l'axe horizontal 0,4 l/s et tracer une droite verticale jusqu'à couper l'oblique du Ø 20; lire sur l'axe vertical la valeur du facteur de puisage A voisine de 0,42 s/m.

Pour obtenir le temps de puisage multiplier la valeur A par la longueur du réseau de tubes.

$$T_{\text{erog.}} = A \times L = 0,42 \times 13 = 5,46 \text{ s}$$

7.7 Comparaison des pertes de charges pour des tubes de matière différente

Les matières utilisées dans la fabrication de tubes destinés au transport de fluide sous pression possèdent des caractéristiques différentes; une des plus significatives est la rugosité c'est-à-dire la présence d'imperfections dues à la nature de la matière sur la surface interne qui génèrent des pertes de charge et par conséquent une diminution du débit. Il est possible cependant que deux tubes de matière différente soient en mesure de transporter un fluide avec un même débit.

RUGOSITÉ DES MATIÈRES UTILISÉES POUR LE TRANSPORT HYDRAULIQUE SOUS PRESSION	
MATIERE	RUGOSITÉ (mm)
PEXAL - MIXAL	0,007
CUIVRE	0,015
PP RANDOM	0,007
ACIER ZINGUÉ	0,045
PER	0,007
ACIER INOX	0,040

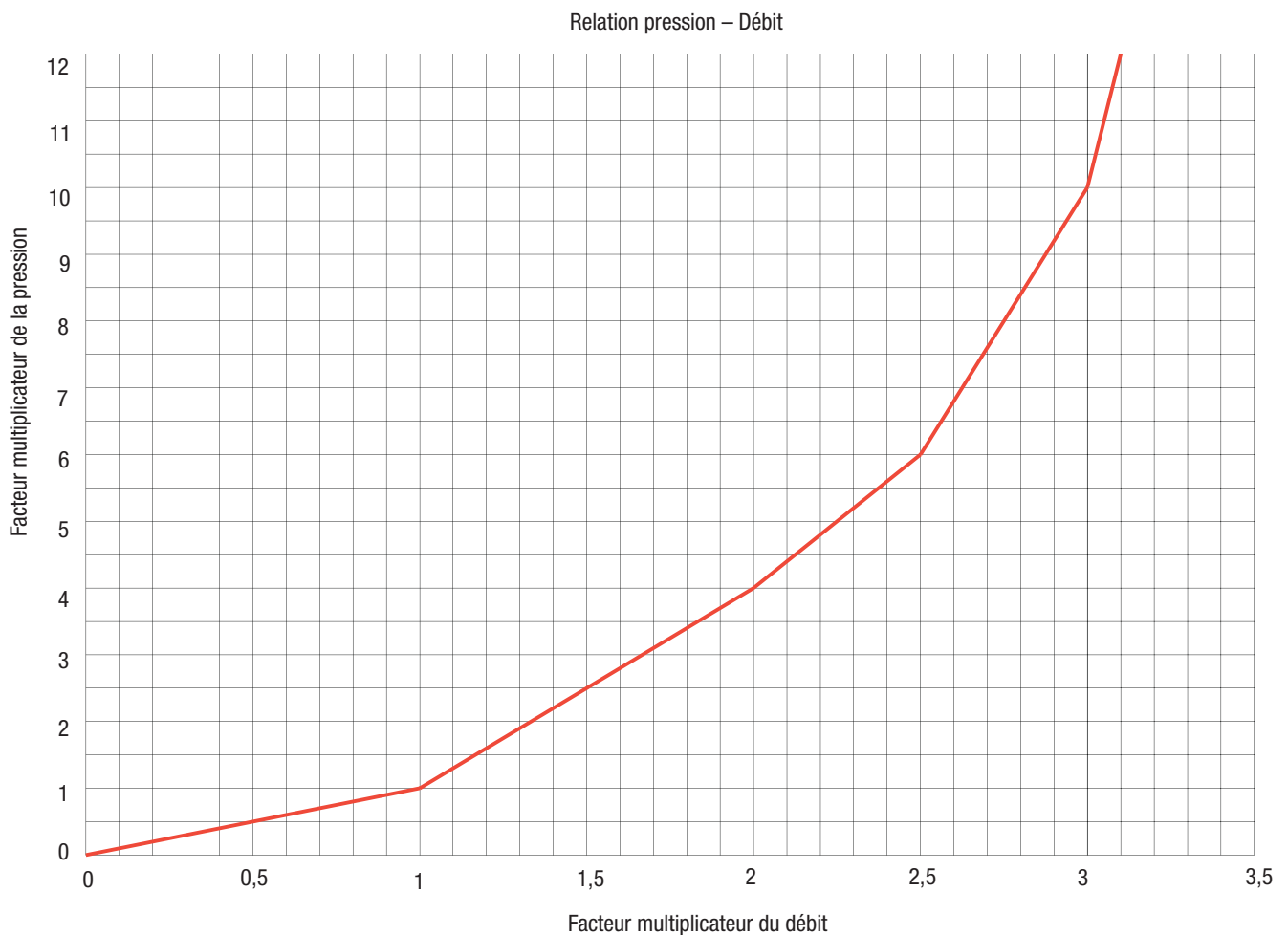
Dans le tableau ci-dessous sont présentés les débits des différents tubes présents sur le marché.

DEBIT ADMISSIBLE (l/s)	PEXAL MIXAL	PP RANDOM	PER (PN16)	CUIVRE	ACIER INOX	ACIER ZINGUÉ
0,10	-	-	12x2 (8)	12x1 (10)	12x1 (10)	-
0,12	14x2 (10)	-	14x2 (10)	-	-	-
	-		15x2,5 (10)	-	-	-
0,13	-	16x2,7 (10,6)	-	-	-	-
0,18	16x2,25 (11,5)	-	16x2,2 (11,6)	-	-	-
0,2	-	-	-	14x1 (12)	14x1 (12)	-
0,22	16x2 (12)	-	-	-	-	-
0,24	-	-	17x2,3 (12,4)	15x1 (13)	15x1 (13)	-
0,26	-	20x3,4 (13,2)	-	16x1 (14)	16x1 (14)	-
0,33	18x2 (14)	-	-	-	-	-
0,35	-	-	20x2,8 (14,4)	-	-	-
0,38	20x2,5 (15)	-	-	18x1 (16)	18x1 (16)	1/2" (16,7)
0,42	20x2 (16)	-	22x3 (16)	-	-	-
0,45	-	25x4,2 (16,6)	-	-	-	-
0,58	-	-	-	22x1,5 (19)	22x1,5 (19)	3/4" (21,3)
0,65	26x3 (20)	32x5,4 (20)	28x4 (20)			
1,2	-	-	-	28x1,5 (25)	28x1,5 (25)	1" (27,4)
1,35	32x3 (26)	40x6,7 (26,6)	-	32x1,5 (29)	32x1,5 (29)	-
2	-	-	-	-	-	1 ^{1/4} " (36,1)
2,1	-	-	-	-	-	-
2,2	40x3,5 (33)	50x8,4 (33,2)	-	-	-	-
2,9	-	-	50x6,9 (36,2)	42x1,5 (39)	42x1,5 (39)	-
3,2	-	-	-	-	-	1 ^{1/2} " (42)
3,5	50x4 (42)	63x10,5 (42)	-	-	-	-
5,5	-	-	-	-	-	2" (53,1)
6	63x4,5 (54)	-	75x10,4 (54,2)	-	-	-

N.B. En parentèse sont reportés les diamètres internes exprimés en mm.

7.8 Relation entre pression et débit

Si l'on augmente la pression à l'intérieur d'un tube, la vitesse et par conséquent le débit augmentent. L'augmentation du débit n'est pas proportionnelle à celle de la pression bien qu'augmenter la vitesse augmentent aussi les pertes de charge. Dans le diagramme suivant est reportée la courbe qui représente la variation du débit en fonction de l'augmentation de la pression.



EXEMPLE 7

Un tube Pexal Ø 20x2 permet un débit de 0,25m³/h à 3,5 bar.

De combien doit on augmenter la pression dans le tube pour obtenir un débit de 0,35m³ /h ?

Calculer le facteur multiplicateur du débit, proche de $0,35 / 0,25 = 1,4$.

En reportant le facteur multiplicateur du débit et le croisant avec la courbe on retrouve le facteur multiplicateur de la pression qui est proche de 2.

Ainsi la pression doit être:

3,5 x 2 = 7 bar.

7.9 Critères de dimensionnement des réseaux sanitaires

Débits nominaux

Pour un dimensionnement correct des réseaux d'alimentation hydrauliques en habitation domestique, il faut tenir compte des débits d'eau qui doivent être nécessaires à chaque appareil sanitaire. Les débits nominaux sont les débits minimums assurés pour la robinetterie de chaque appareil sanitaire. Le calcul du débit Gt est obtenu en sommant les débits nominaux des appareils raccordés au réseau sanitaire pour l'eau chaude et froide (comme reporté sur l'exemple suivant).

DÉBITS NOMINAUX ET PRESSIONS MINIMUMS				
APPAREILS	EAU FROIDE (l/s)	EAU CHAUDE (l/s)	PRESSION MINIMUM	
			(bar)	(m.c.e.)
Lavabo	0,1	0,1	0,5	5
Bidet	0,1	0,1	0,5	5
WC avec réservoir	0,1	-	0,5	5
Cuvette avec chasse rapide	0,1	-	0,5	5
WC temporisé	1,5	-	1,5	15
Baignoire	1,5	0,2	1,5	15
Douche	0,2	0,15	0,5	5
Evier	0,15	0,2	0,5	5
Lave linge	0,2	-	0,5	5
Lave vaisselle	0,1	-	0,5	5
Urinoir à commande manuelle	0,2	-	0,5	5
Urinoir à commande continue	0,1	-	0,5	5

Pour le tube Pexal les débits totaux Gt admissibles (pour l'eau froide) sont considérés avec une vitesse maximum de l'eau de 2 m/s pour les diamètres 16-20-26-32 et de 3-3,5 m/s pour les diamètres 40-50-63.

DEBITS TOTAUX ADMISSIBLES GT POUR LE TUBE PEXAL ET MIXAL							
Diamètre	16x2	20x2	26x3	32x3	40x3,5	50x4	63x4,5
Di (mm)	12	16	20	26	33	42	54
Gt (l/s)	0,22	0,42	0,65	1,35	2,2	3,5	6

EXEMPLE 8: Calcul du débit total Gt

Calculer le débit total Gt d'un immeuble dans lequel sont installés les appareils sanitaires suivants: 3 wc avec réservoirs, 3 bidets, 3 lavabos, 3 douches, 3 éviers, 3 laves linge.

APPAREILS	DEBIT NOMINAL (l/s)		NOMBRE D' APPAREILS	PRESSION MINIMUM	
	Froid	Chaud		Froid	Chaud
WC avec réservoir	0,1	-	3	0,3	-
Bidet	0,1	0,1	3	0,3	0,3
Lavabo	0,1	0,1	3	0,3	0,3
Douche	0,15	0,15	3	0,45	0,45
Evier	0,20	0,20	3	0,6	0,6
Lave linge	0,10	-	3	0,3	-
Débit total Gt				2,25	1,65

Le débit total requis pour l'immeuble considéré est de 2,25 l/s pour l'eau froide et 1,65 l/s pour l'eau chaude.

Débit de projet (Gpr)

Le débit de projet Gpr est le débit sur lequel sont dimensionnés les tubes du réseau d'alimentation. On utilisera les graphiques suivants, en partant du débit total Gt (somme des débits nominaux des appareils sanitaires présents). Pour tout type d'établissement un diagramme est proposé en référence.

DIAGRAMME 1

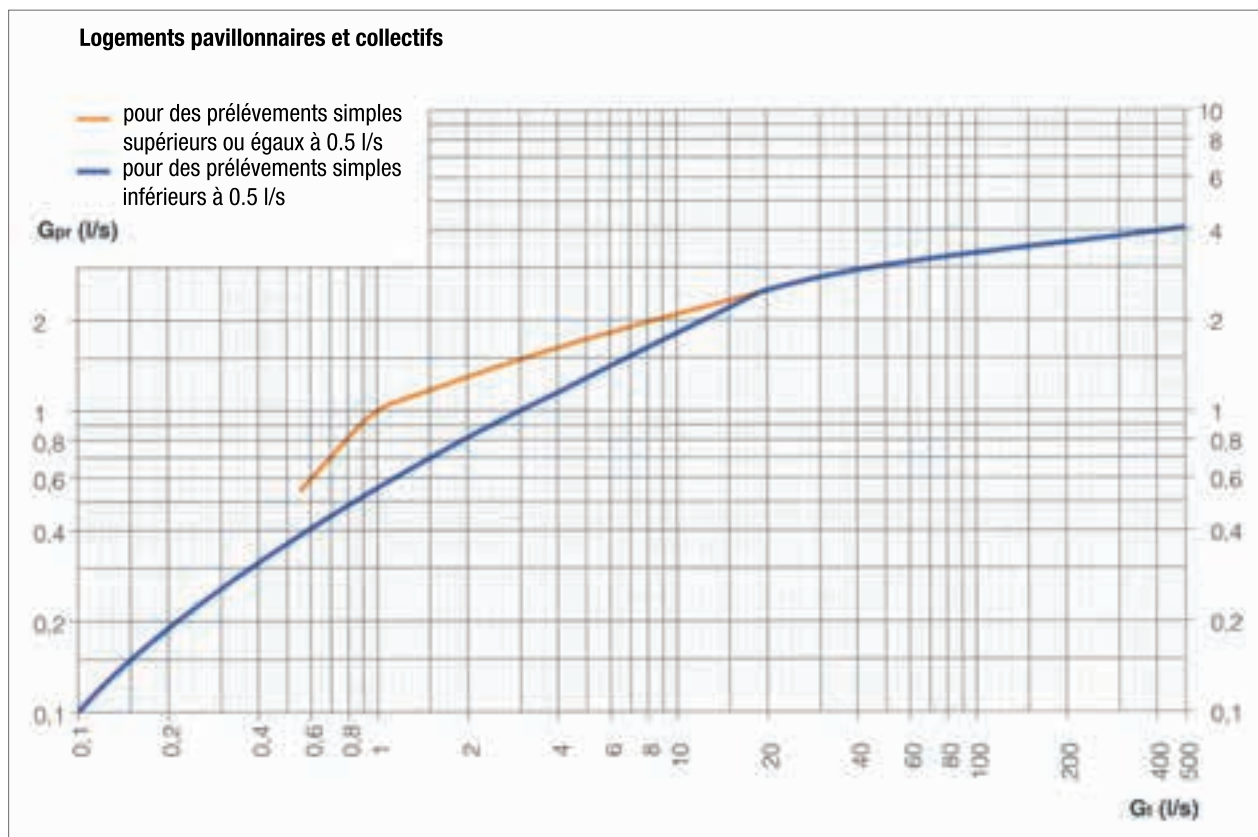


DIAGRAMME 2

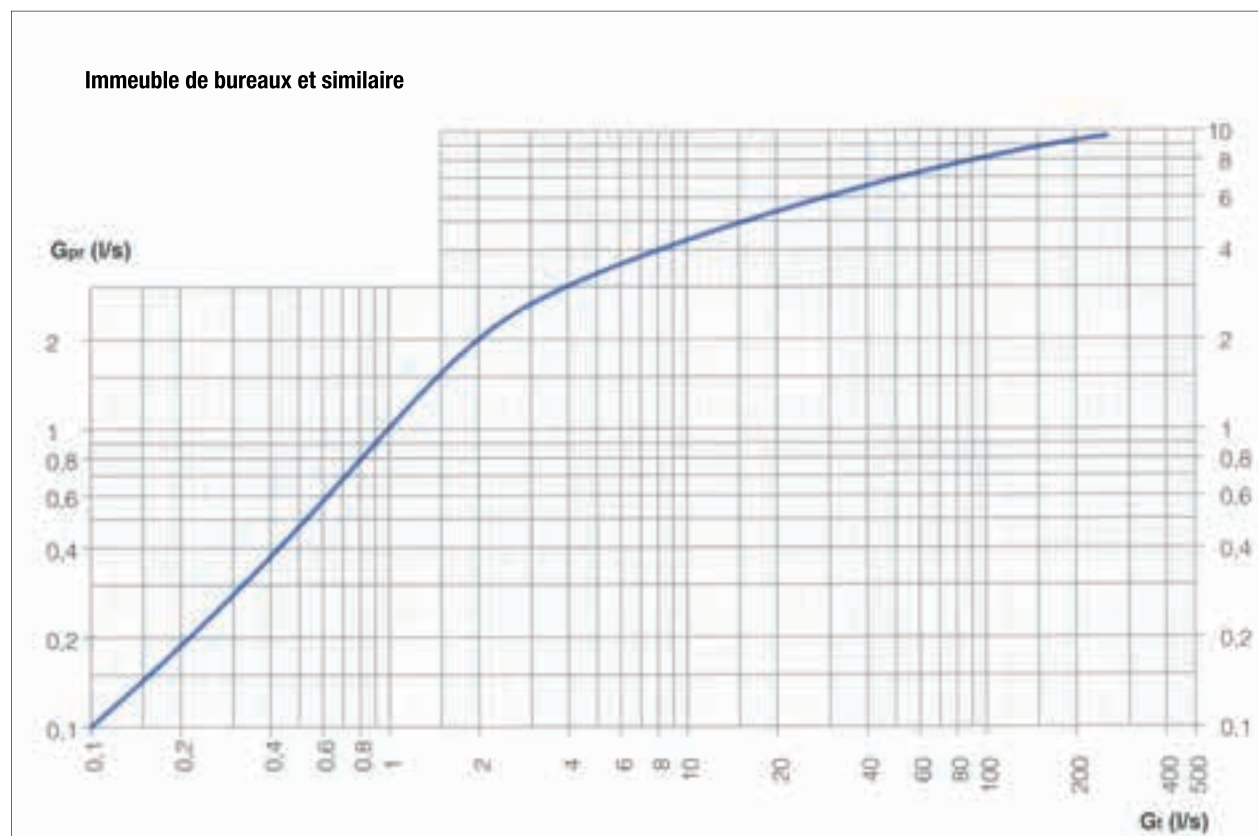


DIAGRAMME 3

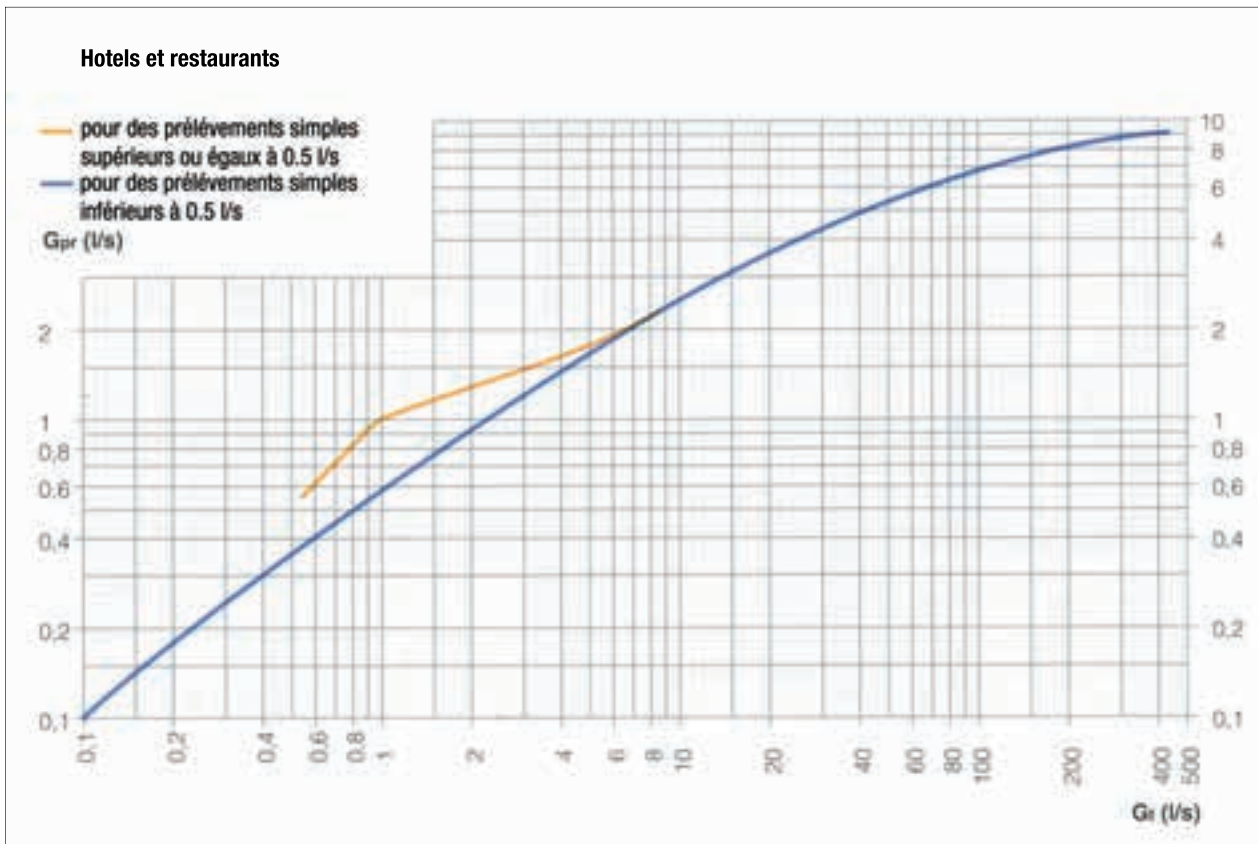


DIAGRAMME 4

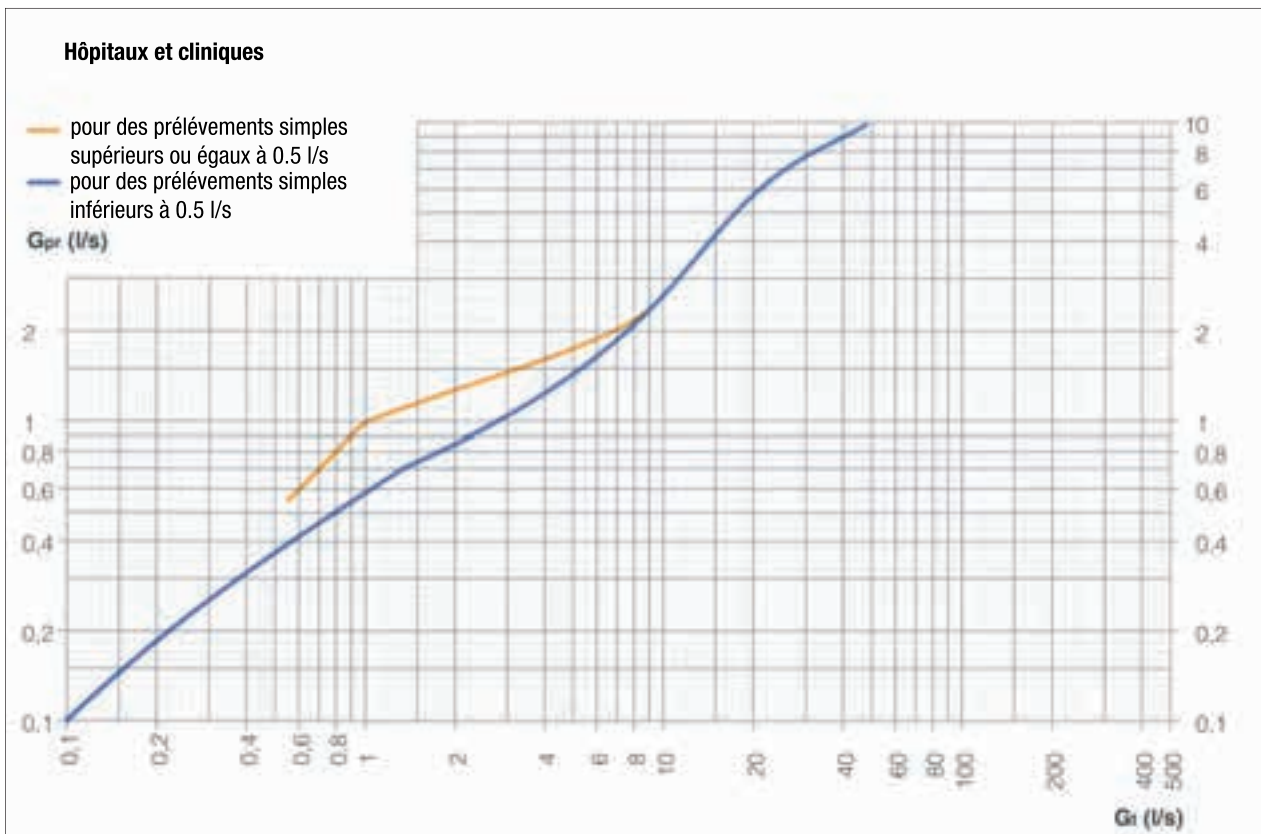
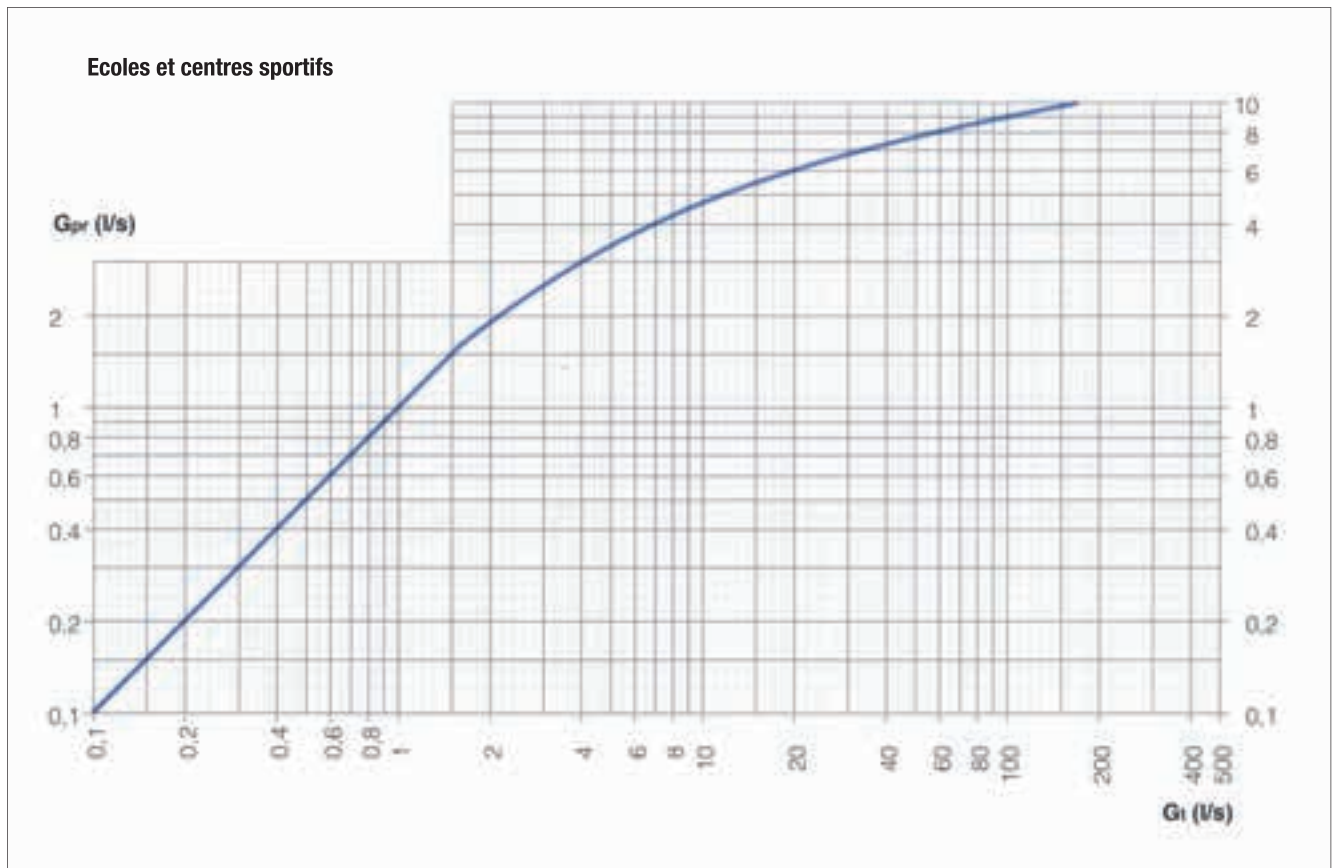


DIAGRAMME 5



Pression demandée

C'est la pression nécessaire pour compenser la dénivellation entre le départ du réseau, l'appareil sanitaire le plus défavorisé et les pertes de charge qui se créent à l'intérieur du réseau de tubes. Elle ne doit bien entendu jamais dépasser 5 bar (50 m de colonne d'eau) dans un réseau d'alimentation sanitaire pour ne pas générer des phénomènes de bruit dans le réseau. Généralement la société de distribution de l'eau fournit une pression d'environ 3-4 bar (30-40 m de colonne d'eau). Ces pressions permettent de desservir des immeubles de 3-4 étages. Pour des immeubles de hauteur supérieure il est nécessaire d'utiliser des systèmes (surpresseur) qui augmentent la pression dans le réseau (ne pas dépasser 6 à 7 étages sans précaution afin que les pressions ne soient pas trop élevées sur les premiers niveaux).

Charge linéaire totale (H_{lin})

C'est la charge nécessaire pour compenser les pertes de charge en ligne du réseau. La détermination s'effectue à l'aide de la formule suivante:

$$H_{lin} = P_d - P_a - P_{min} - \Delta p_{comp} - \Delta p_{loc}$$

Ou:

P_d = Pression disponible (c'est la pression de l'eau fournie au compteur (en m.c.e.).

P_a = Dénivellation entre le départ du réseau et le raccordement à l'appareil sanitaire le plus défavorisé c'est à dire le plus haut du réseau (en m.c.e).

P_{min} = Pression minimum en amont de l'appareil le plus défavorisé (en m.c.e). Utiliser le tableau des débits nominaux.

Δp_{comp} = Pertes de charge (en m.c.e) dues aux composants de l'installation (compteurs, échangeurs, adoucisseurs etc.) reportées ci-après.

Δp_{loc} = Pertes de charge (en m.c.e) dues aux vannes d'arrêt, courbes et pièces spéciales (coudes, tés, raccords réduits etc.).

Généralement Δp_{loc} représente environ 30-40% de la charge linéaire totale et on peut noter:

$$H_{lin} = (P_d - P_a - P_{min} - \Delta p_{comp}) \times 0,7$$

EXEMPLE 9: Calcul du débit de projet d'un logement privé

En utilisant le diagramme de la page précédente on reporte en correspondance de l'axe horizontal les valeurs G_t calculées à l'exemple 7.

En croisant la courbe on repère sur l'axe verticale la valeur des débits du projet qui dans ce cas est:

$G_{pr-froid}=0,9$ l/s et $G_{pr-chaud}=0,75$ l/s.

PERTES DE CHARGE ΔP_{COMP} GÉNÉRÉES PAR LES PRINCIPAUX COMPOSANTS D'UNE INSTALLATION D'ALIMENTATION SANITAIRE

APPAREIL	PERTE DE CHARGE	
	(bar)	m. c. a.
Compteur d'eau	0,8	8
Clapet antiretour	0,6	6
Vannes thermostatiques	0,4	4
Vanne de mélange motorisée	0,2	2
Echangeur	0,4	4
Adoucisseur	0,8	8
Doseur de polysulfates	0,4	4

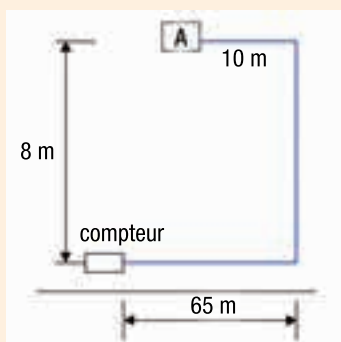
ESEMPLÉ 10: Calcul de la charge linéaire totale

Calculer la perte de charge linéaire de l'installation ci-contre, avec une pression au compteur de 3,5 bar. L'appareil le plus défavorisé est le lavabo qui se trouve en position A.

CHARGE LINÉAIRE TOTALE (H_{lin})

C'est la charge nécessaire pour compenser les pertes de charge en ligne du réseau.

La détermination s'effectue à l'aide de la formule.



Pour le calcul de la charge linéaire totale on utilise la formule vue précédemment ou:

$$P_d = 3,5 \text{ bar} = 35 \text{ m. c. e.}$$

$$P_a = 8 \text{ m}$$

$$P_{min} = 5 \text{ m. c. e. (lavabo)}$$

$$\Delta p_{comp} = 8 \text{ m. c. e. (compteur)}$$

$$H_{lin} = (P_d - P_a - P_{min} - \Delta p_{comp}) \times 0,7$$

$$H_{lin} = (35 - 8 - 5 - 8) \times 0,7 = 9,8 \text{ m.c.e./m}$$

Charge linéaire unitaire (J)

C'est la charge nécessaire pour compenser les pertes de charge sur un metre de tube. Sa valeur exprimée en mm.c.e./m s'effectue à l'aide de la formule suivante:

$$J = (H_{im} \times 1000) / L$$

L = longueur des tubes qui relie le départ du réseau avec l'appareil sanitaire le plus défavorisé (en m).

J = la valeur de la charge linéaire unitaire donnée par les informations sur la pression disponible au départ du réseau, plus précisément:

J (mm. c. e.):

- < 25 Il est conseillé d'augmenter la pression disponible.
- 25 < J < 120 La pression disponible au départ du réseau est acceptable.
- J > 120 Il est opportun de réduire la pression disponible au départ du réseau (réducteur de pression).

EXEMPLE 11: Calcul de la charge linéaire unitaire

En utilisant les données de l'exemple 9 (H_{im} 9,8 m.c.e.) calculer la charge lineaire unitaire.

En se reportant à la formule précédente on obtient:

$$J = (H_{im} \times 1000) / L$$

$$J = (9,8 \times 1\ 000) / (8+65+10) = 118 \text{ mm.c.e./m}$$

Dans ce cas $J < 120$, l'installation ne doit pas bénéficier d'augmentation ou de diminution de la pression en début de réseau.

Calcul du diamètre

En utilisant la valeur de la charge linéaire unitaire et du débit du projet il est possible de déterminer le diamètre du tube Pexal à utiliser en se référant aux diagrammes des pertes de charge du tube Pexal pour l'eau chaude (avec la température de l'eau à 50°C) et froide ($T=10^\circ\text{C}$). En croisant les 2 valeurs en abscisse et en ordonnée on rencontre une droite des diamètres. La droite de rencontre propose le diamètre recherché.

Si le croisement s'effectue entre 2 valeurs de diamètre le choix s'effectuera toujours sur le plus grand diamètre.

EXEMPLE 12: Détermination du diamètre du tube

En utilisant les données de l'exemple 10 retrouver le diamètre du réseau de tubes (lavabo avec $J = 118 \text{ mm c.e./m}$) en tenant compte que le réseau véhicule de l'eau froide.

Considérant que le débit nominal du lavabo de 0,1 l/s est égale au débit total car comme dans l'exemple précédent l'installation ne comprend qu'un seul appareil sanitaire, il en résulte de par le diagramme 1 que le débit du projet équivaut à 0,1 l/s. L'eau du réseau étant froide on utilisera le diagramme de pertes de charges pour l'eau froide (température 10°C).

Considérant que $118 \text{ mm c.e./m} = 11,8 \text{ mbar/m}$, on croise sur le diagramme le débit du projet (0,1 l/s) et la droite la plus proche du croisement des deux valeurs est celle du diamètre 16x2.

Calcul des réseaux de bouclage sanitaire

Les réseaux de bouclage sanitaire servent à maintenir en circulation l'eau chaude empêchant qu'elle se refroidisse en stagnant dans la canalisation. En considérant une chute thermique entre le générateur d'eau chaude et l'appareil le plus défavorisé d'environ 2°C (c'est à dire la perte thermique que l'on constate généralement sur une installation avec une isolation normale), on paramètre pour le calcul du débit de bouclage une valeur unitaire proche de 6 l/h pour chaque mètre de tube du réseau de distribution d'eau chaude.

On considère pour le dimensionnement du tube une perte de charge moyenne de 2,5 mbar/m.

EXEMPLE 13: Calcul du réseau de bouclage sanitaire

En prenant les données de l'exemple 12 pour calculer le diamètre du réseau de bouclage.

Le débit du bouclage se calcule en multipliant le débit du bouclage unitaire par la longueur totale du réseau.

$$G_{RIC} = 6 \times L = 6 \times 83 = 498 \text{ l/h}$$

En se référant au graphique des pertes de charge à 50°C avec la valeur du débit trouvée et la perte de charge moyenne de 2,5 mbar/m on estime que le diamètre du bouclage est le $\varnothing 20 \times 2$.

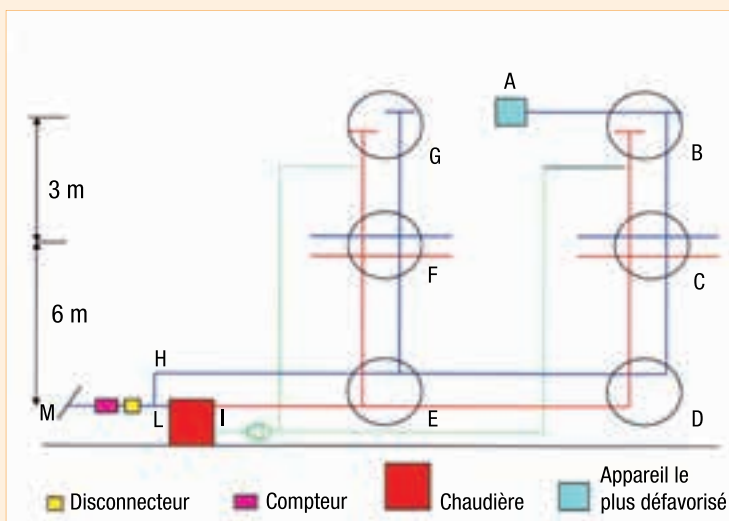
EXEMPLE 14: Calcul d'un réseau sanitaire

Effectuons dorénavant pour plus de clarté un exemple complet de dimensionnement d'un réseau sanitaire réalisé avec du tube Pexal pour un immeuble de 4 appartements. Chaque appartement comprend les appareils sanitaires suivants:

- 1 lavabo
- 1 bidet
- 1 W.C.avec réservoir
- 1 douche
- 1 évier
- 1 lave-linge

Les longueurs des réseaux sont reportées sur le tableau suivant:

RESEAU	LONGUEUR (m)	RESEAU	LONGUEUR (m)	RESEAU	LONGUEUR (m)
AB	12	EF	6	HL	2
BC	3	FG	3	LM	4
CD	6	EH	12		
DE	10	EI	10		



1. Calcul du débit total (Gt) et du projet (Gpr)

APPAREILS	DEBIT NOMINAL (l/s)		NOMBRE D' APPAREILS	DEBIT TOT DES APPAREILS (l/s)	
	Froide	Chaude		Froide	Chaude
W.C. avec réservoir	0,1	-	4	0,4	-
Bidet	0,1	0,1	4	0,4	0,4
Lavabo	0,1	0,1	4	0,4	0,4
Douche	0,15	0,15	4	0,6	0,6
Évier	0,20	0,20	4	0,8	0,8
Lave-linge	0,10	-	4	0,4	-
Portata totale Gt				3	2,2

Les débits du projet se retrouvent au DIAGRAMME 1 et sont valables pour tous réseaux:

RESEAU	L (m)	EAU FROIDE		EAU CHAUDE	
		Gt	Gpr	Gt	Gpr
AB	12	0,1	0,1	0,1	0,1
BC	3	0,75	0,48	0,75	0,48
CD	6	1,5	0,7	1,5	0,7
DE	10	1,5	0,7	1,5	0,7
EF	6	1,5	0,7	1,5	0,7
FG	3	0,75	0,48	0,75	0,48
EH	12	3	1	3	1
EI	10	-	-	-	-
HL	2	3	1	3	1
LM	4	5,2	1,7	5,2	1,7

2. Calcul de la charge linéaire totale

$$P_d = 35 \text{ m.c.e.}$$

$$P_a = 9 \text{ m}$$

$$P_{\min} = 5 \text{ m (pression minimum demandée par l'appareil le plus défavorisé qui est un W.C à réservoir)}$$

$$H_{\text{comp}} = 8 + 6 = 14 \text{ m.c.e. (pertes de charge du compteur et du disconnecteur)}$$

$$H_{\text{lin}} = (35 - 9 - 5 - 14) \times 0,7 = 4,9 \text{ m.c.e./m}$$

3. Calcul de la charge unitaire

La longueur du réseau depuis l'origine jusqu'à l'appareil le plus défavorisé est:

$$L = ML + LH + HE + HD + DC + CB + BA = 4 + 2 + 12 + 10 + 6 + 3 + 12 = 49 \text{ m}$$

$$J = (H_{\text{lin}} \times 1000) / L = (4,9 \times 1000) / 49 = 100 \text{ mm c.e./m}$$

La pression disponible ne doit pas être augmentée ou réduite si $25 < J < 120$.

4. Détermination des diamètres de chaque réseau

Avec la valeur de J et le débit du projet en référence on reporte sur les graphiques des pertes de charge pour l' eau froide et chaude les diamètres de tubes notés dans le tableau ci-dessous.

RESEAU	L (m)	EAU FROIDE		EAU CHAUDE	
		Gpr	D. Pexal	Gpr	D. Pexal
AB	12	0,1	20x2,25	-	-
BC	3	0,48	32x3	0,4	32x3
CD	6	0,7	32x3	0,57	32x3
DE	10	0,7	32x3	0,57	32x3
EF	6	0,7	32x3	0,57	32x3
FG	3	0,48	32x3	0,4	32x3
EH	12	1	40x3,5	-	-
EI	10	-	-	0,85	40x3
HL	2	1	40x3,5	-	-
LM	4	1,7	50x4	-	-

5. Détermination des diamètres du réseau de bouclage sanitaire

Les débits des différentes réseaux du système de distribution de l'eau chaude sont:

$$G_{GE} = L_{GE} \times 6 = 19 \times 6 = 114 \text{ l/h}$$

$$G_{GE} = L_{GE} \times 6 = 9 \times 6 = 54 \text{ l/h}$$

$$G_{EI} = L_{EI} \times 6 + G_{GE} + G_{GE} = 10 \times 6 + 54 + 114 = 228 \text{ l/h}$$

En utilisant les débits notés ci-dessus et en considérant une perte de charge moyenne de 2,5 mbar/m on retrouve sur le diagramme des pertes de charge à 50°C le diamètre du réseau de bouclage.

RESEAU	L(m)	Ø PEXAL
BE	19	14x2
GE	9	14x2
EI	10	20x2,5

7.10 Critères de dimensionnement des installations de chauffage avec collecteurs

Les installations de chauffage avec collecteur sont les plus répandues et les plus utilisées par les bureaux d'étude et par les installateurs car par rapport aux autres installations (monotube par exemple) elles présentent de nombreux avantages aussi bien pour la réalisation, la mise en œuvre et la pose.

Les avantages sont les suivants:

- étude plus simple et plus rapide par rapport aux autres procédés;
- possibilité de réaliser des zones de chauffage séparées dans la même installation (zone jour et zone nuit par exemple);
- rendement élevé des corps de chauffe: en pratique le fluide arrive plus vite à tous les corps de chauffe et à la même température. Ceci permet d'utiliser des corps de chauffe plus petits et réduire donc les coûts;
- Tous les corps de chauffe chauffent en même temps ce qui rend uniforme le régime de l'installation et maintien une chaleur ambiante confortable;
- chaque corps de chauffe est indépendant ce qui permet d'arrêter un seul radiateur et non tous;
- la pose des tubes est plus facile car les installations avec collecteurs permettent l'utilisation de diamètres plus petits ce qui réduit l'encombrement et sont donc plus faciles à cintrer.

Méthode de calcul

Cette méthode est pratique pour le dimensionnement des installations avec collecteurs.

1. Priorité sur zone (H)

C'est la priorité fournie par l'installation à l'entrée du collecteur. On prend en compte les valeurs de priorité suivantes:

- 800 – 1200 c.e pour installations avec radiateurs sans vannes thermostatiques.
- 1000 – 1500 mm c.e pour installations avec radiateurs avec vannes thermostatiques.
- 1200 – 2000 mm c.e pour installations avec convecteurs et ventilo convecteurs.

Si l'installation est constituée de plusieurs collecteurs sur différents étages on prend en compte la priorité du collecteur le plus haut, **une des valeurs reportées ci-dessus (sur la base de l'installation) en augmentant de 100 mm c.e pour chaque étage inférieur.**

EXEMPLE 15: Calcul de la priorité d'une zone définie

Calculer la priorité d'une zone définie à chaque collecteur pour une installation de chauffage avec 2 collecteurs installés sur 2 étages. Les corps de chauffe sont constitués par des radiateurs sans vanne thermostatique.

Comme nous l'avons expliqué précédemment on calcule comme zone prioritaire le collecteur du 2^{ème} étage (celui le plus haut), une priorité comprise entre 800 et 1200 mm c.a (compte tenu que les corps de chauffe sont des radiateurs).

En utilisant comme priorité la valeur 1000 mm c.e. A l'étage inférieur la priorité sera:

$$H (2^{\text{ème}} \text{ étage}) = 1000 \text{ mm.c.e.}$$

$$H (1^{\text{er}} \text{ étage}) = H(2^{\text{ème}} \text{ étage}) + 100 = 1100 \text{ mm.c.e.}$$

$$H (\text{Rez de chaussée}) = H(1^{\text{er}} \text{ étage}) + 100 = 1200 \text{ mm.c.e.}$$

2. Chute thermique (ΔT):

Par chute thermique on entend la différence de température aller du fluide et celle de retour dans les conditions de projet.

La valeur adoptée pour le chute thermique est:

TYPE GENERATEUR DE CHALEUR	CHUTE THERMIQUE ADOPTE (ΔT)
Chaudière traditionnelle	10 °C
Chaudière à condensation	5 °C
Pompe à chaleur	5 °C
Chauffage urbain	20 °C

3. Température maximum de projet (T_{max}):

C'est la température maximum que peut atteindre le liquide qui arrive aux extrémités du chauffage. En général on tient compte:

TYPE GENERATEUR DE CHALEUR	TEMPÉRATURE MAXIMUM DE PROJET
Chaudière traditionnelle	75 °C
Chaudière à condensation	55 °C
Pompe à chaleur	55 °C
Chauffage urbain	65 °C

4.4 Vitesse maximum du fluide dans les circuits internes (V_{max}):

La vitesse maximum du fluide à l'intérieur des circuits internes doit être inférieure à 1m/s pour éviter les phénomènes de bruit dans les tubes et des dommages sur les vannes.

VITESSE MAXIMUM DANS LES CIRCUITS INTERNES (V_{max}): < 1m/s

Détermination des diamètres des circuits internes

On entend par circuit interne les lignes qui conduisent l'eau chaude des collecteurs aux emetteurs de chaleur.

1. sur la base des besoins thermiques de chaque local (qui se calcul en utilisant la méthode reportée dans la LOI 10/91) on calcule les puissances thermiques demandées par chaque circuit en fonction des chutes thermiques, on obtiendra le débit de chaque circuit à l'aide de la formule:

$$G = \frac{Q}{1,16 \times \Delta t}$$

où:

Q = puissance thermique demandée pour chauffer le local (besoins thermiques du local) exprimés en W.

G = c'est le débit du circuit exprimé en l/h.

ΔT = c'est la chute thermique entre l'aller et le retour exprimé en °C (donné sur la base des considérations faites précédemment).

2. On détermine la perte de charge linéaire moyenne de chaque circuit sur la base de la priorité aux collecteurs au moyen de la formule:

$$pm = \frac{H \times b}{La + Lr}$$

où:

pm = perte de charge linéaire du circuit exprimé en mm c.e./m.

H = priorité sur collecteur exprimé en mm c.e (voir ci-dessus).

b = facteur de correction qui vaut 0.6 par circuit sans vanne thermostatique. 0,4 pour les circuits avec vanne thermostatique.

La/Lr = longueur du circuit aller/longueur du circuit retour. Exprimé en m.

3. On détermine les diamètres des tubes dans chaque circuit en croisant les valeurs du débit et de la perte des charges linéaires moyenne de chaque circuit dans l'un des 3 diagrammes des pertes de charge. Le choix des diagrammes à utiliser se fait sur la base de la température maximum du projet (si par exemple nous avons imposé la température maxi du projet à 75°C, utiliser le diagramme des pertes de charges à 80°C).



N.B. Contrôler que la vitesse du fluide se maintienne sous 1 m/s, dans le cas contraire, augmenter le diamètre du tube.

Détermination du collecteur

On calcule le débit total que le collecteur doit distribuer, en additionnant les débits de chaque circuit et sur la base de cette valeur, on retrouve le diamètre du collecteur à utiliser (suivant le tableau suivant).

DIAMÈTRE COLLECTEUR	DEBIT TOTAL
3/4"	< 800 l/h
1"	800 – 1600 l/h
Doubler le collecteur	> 1600 l/h

EXEMPLE 16: Détermination d'une installation avec des collecteurs

Dimensionner les circuits d'une installation de chauffage dans une maison disposée sur 2 étages (comme sur les dessins ci dessous). On considère un collecteur par étage avec vanne de zone. L'installation est servie par une chaudière de type traditionnelle. Les besoins thermiques des locaux sont reportés dans le tableau.

1^{ER} ÉTAGE

2^{ÈME} ÉTAGE

N°	Q (W)	N°	Q (W)
1	1776	5	888
2	1570	6	2664
3	1480	7	1480
4	1776	8	1480



1^{ER} ÉTAGE

Comme reporté précédemment, il faut imposer quelques mesures pour le calcul pratique:

- priorité sur le collecteur au second étage: $H=1000$ mm c.e.;
- nous considérons pour chaque étage une perte de hauteur de 100mm c.e.
Donc au 1er étage nous aurons une hauteur de 1100 mm c.e.;
- Chute thermique entre l'aller et le retour $\Delta t = 10^\circ\text{C}$
- température maximum du projet: $T_{\text{max}} = 75^\circ\text{C}$

On retrouve dans le dessin les longueurs des tubes aller (LA) et retour (LR) qui arrivent à chaque corps de chauffe c'est-à-dire:

N°	LA	LR	Ltot
1	4	4	8
2	12	12	24
3	8	8	16
4	3	3	6

On retrouve les débits d'eau de chaque circuit interne:

$$G = Q / (\Delta t \times 1.16) = Q / (10 \times 1.16) = Q/11,6$$

On calcule les pertes moyennes de chaque partie du raccordement entre le collecteur et le radiateur avec la formule:

$$pm = H \times b / L_{\text{tot}} = 1000 \times 0,4 / L_{\text{tot}}$$

N°	Q (W)	G (l/h)	PM (mm c.e./m)	G (l/s)	PM (mbar/m)
1	1776	153,10	50	0,04	5
2	1570	135,34	16,67	0,037	1,7
3	1480	127,59	25	0,035	2,5
4	1776	153,10	66,67	0,04	6,7

On utilise le graphique des pertes de charge à 80°C avec rm et Q (l/s) et l'on retrouve les diamètres des tubes c'est-à-dire:

N°	Ø PEXAL
1	14x2
2	16x2
3	16x2
4	14x2

La vitesse dans les tubes est acceptable car elle est toujours inférieure à 1m/s. Pour le calcul du diamètre du collecteur à utiliser, on somme tous les débits des radiateurs relatifs au 1^{er} étage:

$$G_{\text{tot1}} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 153,1 + 135,34 + 127,59 + 153,1 = 569,13 \text{ l/h}$$

Compte tenu que $G_{\text{tot1}} < 800$ on utilisera un collecteur de 3/4".

2^{ÈME} ÉTAGE

On retrouve dans le dessin les longueurs des tubes aller (LA) et retour (LR) qui arrivent à chaque corps de chauffe c'est-à-dire:

N°	LA	LR	L _{tot}
5	3	3	6
6	8	8	16
7	8	8	16
8	8	8	16

On retrouve les débits d'eau de chaque circuit interne:

$$G = Q / (\Delta t \times 1,16) = Q / (10 \times 1,16) = Q/11,6$$

On calcule les pertes moyennes de chaque partie du raccordement entre le collecteur et le radiateur avec la formule:

$$pm = H \times b / Ltot = 1000 \times 0,4 / Ltot$$

N°	Q (W)	G (l/h)	PM (mm c.a./m)	G (l/s)	PM (mbar/m)
1	888	76,55	66,67	0,021	6
2	2088	180	25	0,05	2,5
3	1480	127,58	25	0,035	2,5
4	1480	127,58	25	0,035	2,5

On utilise le graphique des pertes de charge à 80°C avec pm et Q (l/s) et l'on retrouve les diamètres des tubes c'est-à-dire:

N°	Ø PEXAL
1	14 x 2
2	16 x 2
3	16 x 2
4	16 x 2

La vitesse dans les tubes est acceptable car elle est toujours inférieure à 1m/s. Pour le calcul du diamètre du collecteur à utiliser, on somme tous les débits des radiateurs relatifs au 1er étage:

$$G_{tot1} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 76,55 + 180 + 127,58 + 127,58 = 511,71 \text{ l/h.}$$

Compte tenu que $G_{tot1} < 800$ on utilisera un collecteur de 3/4".

TABLE DE COMPATIBILITE AUX COMPOSANTS CHIMIQUES (ISO/TR 10358:1993)

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Acetaldeide	40	20	S	X
		60	L	X
	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Acetic acid	Jusqu'à 10	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
	De 10 à 40	20	S	S
		60	X	S
	50	20	S	S
	De 40 à 60	20	S	S
		60	S	X
80	20	S	X	
Acetic acid, glacial	>96	20	S	S
		60	L	X
Acetic anhydride	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Acetone	Tg-l	20	L	S
		60	L	L
Adipic acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Allyl alcohol	Tg-l	20	S	X
		50	X	Ns
60	S	X		
Aluminium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Aluminium fluoride	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Aluminium hydroxide	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Aluminium nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Aluminium oxychloride	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Aluminium potassium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Aluminium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonia aqueous	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonia dry gas	Tg-g	20	S	X
		60	S	X
Ammonia liquid	Tg-g	20	S	X
		60	S	X
Ammonium carbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium fluoride	Jusqu'à 20	20	S	X
		60	S	X
Ammonium hydrogen	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium hydrogen carbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium metaphosphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium persulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Mercurous nitrate	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Mercury	Tg-l	20	S	X
		60	S	X
Methyl alcohol	5	20	X	S
		60	X	S
	Tg-l	20	S	S
		60	S	S
Methyl ethyl ketone	Tg-l	20	X	S
		60	X	S
Mineral oils	Work sol.	20	S	S
		60	L	S
		80	X	L
		20	X	S
Naphtha	Work sol.	60	X	S
		80	X	S
		20	S	X
Nickel chloride	Sol. Saturée	60	S	X
		20	S	X
Nickel nitrate	Sol. Saturée	60	S	X
		20	S	X
Nickel sulphate	Sol. Saturée	60	S	X
		20	S	X
Nicotinic acid	Susp.	20	S	X
		5	20	S
	60	20	S	L
		10	20	S
	60	20	S	L
		20	60	S
	25	20	S	L
		60	S	L
	50	20	L	Ns
		60	Ns	Ns
	>50	20	Ns	Ns
		60	Ns	Ns
Fuming	20	Ns	X	
	60	Ns	X	
Oil and fats	Tg-l	20	S	X
		60	L	S
Oleic acid	Tg-l	20	S	X
		60	S	X
Oleum	-	20	Ns	X
		60	Ns	X
Oxalic acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Phenol	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Phosphoric acid	Jusqu'à 50	20	S	X
		60	S	X
Phosphorus chloride	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Picric acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium bicarbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium bisulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium borate	Sol. Saturée	20	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Ammonium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium sulphite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ammonium thiocyanate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Amyl acetate	Tg-l	20	S	L
		60	L	L
		80	X	L
Amyl alcohol	Tg-l	20	S	S
		60	L	S
Aniline	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Antimony (III) chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Aqua regia	HCl/HNO3 = 3/1	20	Ns	X
		60	Ns	X
Arsenic acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Barium bromide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Barium carbonate	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Barium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Barium hydroxide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Barium sulphate	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Barium sulphite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Benzaldehyde	Tg-l	20	S	X
		60	S	X
Benzene	Tg-l	20	L	S
		60	L	X
Benzoic acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Bismuth carbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Borax	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Boric acid	Dil. Sol	20	S	X
		60	S	X
Boron trifluoride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Bromine gas	Tg-g	20	Ns	X
		60	Ns	X
Bromine liquid	Tg-l	20	Ns	X
		60	Ns	X
n-Butanol	Tg-l	20	S	X
		60	S	X
Butyric acid	Tg-l	20	S	X
		60	S	X
Calcium carbonate	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Calcium chlorate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Calcium chloride	Sol. Saturée	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Potassium borate	Sol. Saturée	60	S	X
Potassium bromate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	Jusqu'à 10	20	S	X
Potassium bromide	Sol. Saturée	60	S	X
		20	S	X
Potassium carbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium chlorate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium chromate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	40	20	S	X
		60	S	X
Potassium cyanide	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium dichromate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	40	20	S	X
		60	S	X
Potassium ferricyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium fluoride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium ferrocyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium hydrogen sulphite	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Potassium hydroxide	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	10	20	S	S
		60	S	S
	20	20	X	S
		60	X	S
		80	X	S
		20	X	S
Jusqu'à 50	60	X	S	
	80	X	S	
Potassium hypochloite	Sol.	20	S	X
		60	L	X
Potassium nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium orthophosphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium perchlorate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium permanganate	20	20	S	X
		60	S	X
Potassium persulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium sulphide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium sulphite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Potassium thiosulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Calcium hydroxide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Calcium hipoclorite	Sol.	20	S	X
		60	X	X
Calcium nitrate	Sol. Saturée	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
Calcium sulphate	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Calcium sulphide	Dil. Sol.	20	L	X
		60	L	X
Calcium hydrogen sulphide	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Carbon disulphide	Tg-l	20	L	S
		60	Ns	X
Carbon tetra-chloride	Tg-l	20	L	L
		60	Ns	Ns
Chlorine water	Sol. Saturée	20	L	X
		60	Ns	X
Chloroacetic water	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Chlorobenzene	Tg-l	20	X	S
		60	X	L
		80	X	L
		100	X	Ns
Chloroform	Tg-l	20	Ns	Ns
		60	Ns	Ns
Chloromethane gas	Tg-l	20	L	X
Chlorosulphonic acid	Tg-s	20	Ns	X
		60	Ns	X
Chrome alum	Sol.	20	Ns	X
		60	Ns	X
Chromic acid	20	20	S	X
		60	L	X
	50	20	S	X
		60	L	X
Citric acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Copper chloride (III)	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Copper cyanide (III)	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Copper nitrate (III)	2	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Copper sulphate (III)	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Cresylic acid	Sol. Saturée	20	L	X
Cyclohexanol	Tg-s	20	S	X
Cyclohexanone	Tg-l	20	S	L
		60	L	L
		80	X	L
Decalin	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Developers (photographic)	Work. Sol.	20	S	X
		60	S	X
Dextrin	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Dextrose	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Ethylene glycol	Tg-l	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
		100	X	S
Ethyl ether	Tg-l	20	L	S
Ferric chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ferric nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ferric sulphate	Sol. Saturée	20	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Propionic acid	50	20	S	X
		60	S	X
	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Piridine	Tg-l	20	S	X
		60	L	X
Salicylic acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Silver acetate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Silver cyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Silver nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium acetate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium antiminate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium arsenite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium benzoate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium bicarbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium bisulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium bromide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium carbonate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
		60	S	X
	25	20	S	X
		60	S	X
	Jusqu'à 50	20	S	X
60		S	X	
Sodium chlorate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
		60	S	X
Sodium chlorite	10	20	S	X
		60	S	X
Sodium chlorite	2	20	S	X
Sodium chromate	Dil. Sol.	20	S	X
		60	S	X
Sodium cyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium dichromate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium ferricyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium ferrocyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium fluoride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium hydrogen sulphite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium hydroxide	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	X	S
		60	X	S
	1	20	S	S
		60	S	S
	De 1 à 35	20	S	S
		60	S	S
	40	20	S	S
		60	S	S
De 40 à 60	20	X	S	
	60	X	S	
Sodium hypochlorite	De 10 à 15	20	S	X
		60	S	X
	12,5	20	S	X
60		S	X	
Sodium nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Ferric sulphate	Sol. Saturée	60	S	X
Ferrous chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Ferrous sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Diocetyl phtalate	Tg-I	20	S	X
		60	L	X
Dioxane	Tg-I	20	S	X
		60	S	X
Ethanol	40	20	S	X
		60	L	X
Ethyl acetate	Tg-I	20	S	X
		60	Ns	X
Fluosilicic acid	40	20	S	X
		60	S	X
Formaldehyde	De 30 à 40	20	S	X
		60	S	X
Formic acid	10	20	S	S
		60	S	S
	40	20	S	S
		60	S	S
	50	20	S	S
		60	S	S
Freon – F12	Work Sol.	20	X	S
Gasoline (fuel)	Work Sol.	20	S	X
		60	L	X
Glucose	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Glycerine	Tg-I	20	S	X
		60	S	X
Glycolic acid	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Heptane	Tg-I	20	S	S
		60	Ns	S
		80	X	L
Hydrobromic acid	Jusqu'à 20	20	S	X
		60	S	X
	Jusqu'à 48	20	S	X
		60	S	X
Hydrochloric acid	Jusqu'à 10	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
		100	X	S
	De 10 à 20	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
		100	X	S
	20	20	S	S
		60	S	S
		80	X	S
		100	X	S
	>25	20	S	S
		60	S	S
		20	S	S
		60	S	S
	>30	20	S	S
		60	S	S
		20	S	S
		60	S	S
36	20	S	S	
	60	S	S	
Produit utilise pur	20	S	S	
	60	S	S	
Hydrocyanic acid	10	20	S	X
		60	S	X
Hydrofluoric acid	Jusqu'à 10	20	S	X
		60	S	X
	60	20	S	X
		60	S	L
Hydrogen peroxide	Jusqu'à 10	20	S	X
		60	S	X
	30	20	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Sodium nitrite	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium phosphate, acid	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium phosphate, neutral	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium silicate	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Sodium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	0,1	20	S	X
		60	S	X
Sodium sulphide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Sodium sulphide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	40	20	S	X
		60	S	X
Sulphur trioxide	Tg-I	20	Ns	X
		60	Ns	X
Sulphuric acid	Jusqu'à 10	20	S	S
		60	S	S
	15	20	S	S
		60	S	S
	De 10 à 30	20	S	S
		60	S	S
	De 10 à 50	20	S	S
		60	S	S
	50	20	S	S
		60	S	S
	De 50 à 75	20	S	S
		60	S	S
	De 50 à 90	20	X	S
		60	X	L
		80	X	Ns
		20	X	S
	De 75 à 90	60	X	L
		80	X	Ns
		20	X	S
		60	X	L
95	60	X	L	
	80	X	Ns	
	20	X	S	
	60	X	L	
96	60	X	L	
	80	X	Ns	
	20	X	S	
	60	X	L	
98	20	S	S	
	60	Ns	L	
	80	X	Ns	
	20	Ns	X	
Fuming	60	Ns	X	
	20	S	X	
Sulphurous acid	Jusqu'à 30	60	S	X
		20	S	X
Tannic acid	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Tartaric acid	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	S
		60	S	S
Tetrahydrofuran	Tg-I	20	X	L
		60	X	Ns
Thionyl chloride	Tg-I	20	Ns	X
		60	Ns	X
Tin (II) chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Tin (IV) chloride	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Toluene	Tg-I	20	L	S
		60	Ns	L
Trichloroethylene	Tg-I	20	Ns	L
		60	Ns	Ns
Triethanolamine	Sol.	20	S	X

NATURE DU PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	PEHD	PER
Hydrogen peroxide	30	60	S	X
		20	S	X
	90	60	Ns	X
Hydroquinone	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Iodine (in potassium iodide)	Sol. Saturée	20	Ns	X
		60	Ns	S
Iodine in alcohol	Work Sol.	20	Ns	X
		60	Ns	X
Lactic acid	10	20	S	X
		60	S	X
		20	S	X
	28	60	S	X
		20	S	X
	De 10 à 90	60	S	X
		20	S	X
	Tg-l	60	S	X
20		S	X	
Lead acetate	Dil. Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Magnesium carbonate	Susp	20	S	X
		60	S	X
Magnesium chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Magnesium hydroxide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Magnesium nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Magnesium sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Maleic acid (T=160°)	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Malic acid	Sol.	20	S	X
		60	S	X
	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Mercuric chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Mercuric cyanide	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Triethanolamine	Sol.	60	L	X
Urea	Sol.	20	S	X
		60	S	X
Xylenes	Tg-l	20	L	X
		60	Ns	X
Zinc carbonate	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Zinc chloride	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
	58	20	S	X
		60	S	X
Zinc nitrate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X
Zinc oxide	Susp.	20	S	X
		60	S	X
Zinc sulphate	Sol. Saturée	20	S	X
		60	S	X

S	RESISTANCE SATISFAISANTE
L	RESISTANCE LIMITEE
Ns	RESISTANCE NON SATISFAISANTE
X	IL N'Y A AUCUNE DONNEE
Dil. Sol.	SOLUTION AQUEUSE DILUEE A UNE CONCENTRATION ≤ A 10%
Sol.	SOLUTION AQUEUSE AVEC UNE CONCENTRATION > 10 MAIS NON SATUREE
Sol. Saturée	SOLUTION AQUEUSE SATUREE PREPAREE A 20°C
Tg-s	DEGRE TECHNIQUE SOLIDE
Tg-l	DEGRE TECHNIQUE LIQUIDE
Tg-g	DEGRE TECHNIQUE GAZ
Work Sol.	SOLUTION NORMALEMENT UTILISEE DANS L'INDUSTRIE
Susp.	SUSPENSION DE SOLIDE DANS UNE SOLUTION SATUREE A 20°C
Concentrato	PRODUIT UTILISE PUR
Ce tableau est régit par la norme ISO/TR 10358:1993 Pour les composants qui ne sont pas reportés sur ce tableau, contrôler la compatibilité sur la norme citée.	

B CARACTÉRISTIQUES ET RÉSISTANCE CHIMIQUE PPSU

CARACTERISTIQUES PPSU

TABLEAU PROPRIETE DU PPSU			
Poids spécifique		g/cm ³	1,29
Coefficient de dilatation linéaire		mm/m °C	0,05
Résistance aux chocs		J/m	690
Allongement à la rupture	23 °C	%	60 – 120
Module d'élasticité	23 °C	MPa	2400
	60 °C		1950
	90 °C		2000
Résistance à la traction	23 °C	MPa	75
	60 °C		65
	90 °C		60

INDICATIONS SUR LA RESISTANCE CHIMIQUE DU PPSU

NATURE DU PRODUIT	COMMENTAIRE	APPLICABILITE
1,1,1 Trichloréthane	BON	S
Benzène	SATISFAISANT	S
Ethanol	EXCELLENT	S
n-Butanole	EXCELLENT	S
Toluène	SATISFAISANT	S
Iso-ottano	EXCELLENT	S
Méthyléthylcétone	FORTE ATTAQUE ET RUPTURE	Ns
2-Etossietanolo	FORTE ATTAQUE ET RUPTURE	Ns
Tetrachlorure de carbone	EXCELLENT	S
Acide acétique (20%)	EXCELLENT	S
Acide chloridrique (20%)	EXCELLENT	S
Acide sulfurique (20%)	EXCELLENT	S
Hydroxyde de sodium (20%)	EXCELLENT	S
Aldéhyde	FORTE ATTAQUE ET RUPTURE	Ns
Chetoni	FORTE ATTAQUE ET RUPTURE	Ns

S	RÉSISTANCE SATISFAISANTE
L	RÉSISTANCE LIMITÉE
Ns	RÉSISTANCE NON SATISFAISANTE

RESISTANCE CHIMIQUE DU PPSU EN IMMERSION PENDANT 7 JOURS A TEMPERATURE AMBIANTE (23°C)

NATURE DE PRODUIT	Concent. (%)	T (°C)	COMMENTAIRE
1,1,1 trichloroetano	100	23	Pas de changement
Acetone	100	23	Opacité de surface
Benzène	100	23	Striure
Butanol	100	23	Pas de changement
Acetate de Buthyle	100	23	Pas de changement
Carbitolo	100	23	Pas de changement
Cyclohexane	100	23	Pas de changement
Ethanol	100	23	Taches noires
Acétate d'Ethyle	100	23	Bords blanchis
Glycole d'Ethylène	100	23	Pas de changement
Formaldéhyde	40	23	Pas de changement
Glycérone	100	23	Pas de changement
Méthanol	100	23	Striure
Toluène	100	23	Taches blanches
Acide acétique	100	23	Légère attaque
Anhydride acétique	100	23	Fissuration
Acide citrique	100	23	Pas de changement
Acide formique	10	23	Pas de changement
Acide chlorhydrique	20	23	Pas de changement
Acide chlorhydrique	37	23	Blanchiment
Acide nitrique	20	23	Pas de changement
Acide nitrique	71	23	Opacification
Acide oléique	100	23	Pas de changement
Hydroxyde de potassium	10	23	Pas de changement
Hydroxyde de sodium	10	23	Pas de changement
Acide sulfurique	50	23	Pas de changement
Acide sulfurique	97	23	Forte attaque
Liquide de frein	100	23	Striure
Gasoil	100	23	Pas de changement
Huile hydraulique	100	23	Pas de changement
Combustible pour avions	100	23	Striure
Kerosene	100	23	Pas de changement

C RÉSISTANCE CHIMIQUE DU PPSU POUR LES PRODUITS UTILISÉS DANS LE LOGEMENT

ETANCHEITE

NOM COMMERCIAL	PRODUCTEUR	BON	MAUVAIS
Brush-on / isolant bleu de serrage et isolant pour filetage	Hercules	😊	
Isolant pour filetage à longue tenue	Federal Process Cor.		☹️
Pate pour joint Kolmat	Denso	😊	
Pate spéciale Locher	Locher & Co ag	😊	
Loctite 5061	Loctite	😊	
Loctite 518	Loctite		☹️
Loctite 5331	Loctite	😊	
Loctite 5366 silicomet AS-310	Loctite	😊	
Loctite 542	Loctite		☹️
Loctite 55	Loctite		☹️
Loctite 577	Loctite		☹️
Etancheité à sec Loctite	Loctite	😊	
Colle silicone rouge Loctite	Loctite	😊	
Neo-Fermit	Nissen & Volk	😊	
Neo-Fermit universelle 2000	Krause K	😊	
Préparation bleue pour la jonction des tubes	Oatey	😊	
Préparation blanche pour la jonction des tubes	Oatey	😊	
Composé blanc en téflon pour tubes	RectorSeal Corp.	😊	
RectorSeal # 5	RectorSeal Corp.		☹️
RectorSeal T Plus 2	RectorSeal Corp.	😊	
Isolant Right Stuff	Permatex Inc.	😊	
Rite-Lok	Chemence		☹️
Caoutchouc "Scotch-grip" et adhésif isolant # 1300	3M		☹️
Caoutchouc "Scotch-grip" et adhésif isolant # 2141	3M		☹️
Caoutchouc "Scotch-grip" et adhésif isolant # 847	3M		☹️
Selet Unyten	Whitman		☹️
Silicone # 4210	-----	😊	
Pate Viscotex Locher 2000	Viscotex	😊	
X-Pando composé pour la jonction des tubes	X-Pando Products Co.	😊	

COLLES ET MOUSSES

NOM COMMERCIAL	PRODUCTEUR	BON	MAUVAIS
Colles et contacts	-----		☹️
GB480 (Vidoglue)	Pekay		☹️
GB685 (Insulglue)	Pekay	😊	
Mousse PUR (difenilmetano4.4disocyanate)	Wickes		☹️
Repa R 200	Wefa Plastic	😊	

LUBRIFIANTS

NOM COMMERCIAL	PRODUCTEUR	BON	MAUVAIS
Pate pour le montage hydraulique	Dansoll Silec	😊	
Silicone spray bleu	Dansoll Silec	😊	
Kluber Unisilicone L 250 L	Kluber	😊	
Kluber Unisilicone TK 572/300	Kluber	😊	
Kluber Unisilicone L 641	Kluber	😊	
Litiostearato –fenilmetile - polisiloxane	-----	😊	
Luga Spray (LEIF KOCH)	Dansoll	😊	
Rhodorsil 47 V 1000	Rhodia	😊	
Silicone Spray (MOTIP)	Motip	😊	
Lubrifiante Silicona SDP rif. S-155	-----	😊	
Turmision GL 320-12	-----	😊	
Silicone	Wacker		

COLMATAGES POUR MURS

NOM COMMERCIAL	PRODUCTEUR	BON	MAUVAIS
FT Extra	-----	😊	
Remplissage pour mur interne polyfil	Polyfilla	😊	
Remplissage instantané	Henkel	😊	
Mortier pour réparations	Henkel		😞
Ciment Portlant	CBR	😊	
Enduit Stucal	Gyproc	😊	

* tous les produits sont testés à 95°C pendant 168 heures.

* pour des informations complémentaires, consulter la fiche technique sur l'emballage pour vérifier la compatibilité avec la matière plastique.

* si l'un des produits que vous utilisez n'est pas cité dans cette liste, contacter votre distributeur local.

TABLE DES MULTIPLES ET SOUS MULTIPLES DE L'UNITE DE MESURE

PREFIXE	SYMBOLE	FACTEUR MULTIPLICATEUR	
Tera	T	10 ¹²	1 000 000 000 000
Giga	G	10 ⁹	1 000 000 000
Mega	M	10 ⁶	1 000 000
Kilo	k	10 ³	1 000
Etto	h	10 ²	100
Deca	da	10	10
Deci	d	10 ⁻¹	0,1
Centi	c	10 ⁻²	0,01
Milli	m	10 ⁻³	0,001
Micro	μ	10 ⁻⁶	0,000 001
Nano	n	10 ⁻⁹	0,000 000 001
Pico	p	10 ⁻¹²	0,000 000 000 001

TABLEAU DE CONVERSION DES PRINCIPALES UNITES DE MESURE

VALEURS	SYST.	NOM	u.m.	CONVERSION
Longueur	SI	mètre	m	1 m = 3.28 ft = 39.37 in
	IN	inch (pouce)	1" in	1 in = 2.54 cm
	IN	hand	-	4 in = 10.16 cm
	IN	span	-	9 in = 22.86 cm
	IN	foot (pied)	1" ft	1 ft = 12 in = 30.48 cm
	IN	yard	yd	1 yd = 3 ft = 91.44 cm
	IN	mile marin	-	1 mile marin = 1852 m 1 nœud = 1853.181 m
	IN	mile US	mi	1 mi = 1609.347 m
Masse	SI	kilogramme	kg	1 kg = 2.204 lb
	N	tonne	T	1 t = 1000 kg = 1 Mg
	IN	pound (livre)	lb	1 lb = 0.454 kg
Force et poids	SI	newton (kg·m ²)	N	1 N = 0.102 kgf 1 kgf = 9.81 N
	ST	kilogramme	kg	1 kg = 9.81 N 1 N = 0.102 kg
Pression	SI	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² 1 kPa = 0.01 bar = 1 N/cm ²
	N	bar	bar	1 bar = 100.000 Pa = 1.019 kg/cm ² = 14.48 psi = 10.19 mH ₂ O
	IN	livre sur inch ²	psi	1 psi = 6.906 kPa = 0.068 bar = 0.0703 kg/cm ²
	ST	atmosphère	at	1 at = 1 kg/cm ² = 736 mm di Hg = 10 mH ₂ O = 98.066 Pa
	ST	kilogrammes par cm ²	kg/cm ²	1 kg/cm ² = 98.068 kPa = 0.980 bar = 0.967 atm
	ST	atmosphère métrique	atm	1 atm = 101325 Pa = 760 mm di Hg = 1.033 at = 1 torr
Volume	SI	mètre cube	m ³	1 m ³ = 35.3146 ft ³ = 61023.759 in ³ = 264.20 galUs
	IN	pied cube	ft ³	1 ft ³ = 0.02832 m ³ = 1728.0006 in ³
	IN	pouce cube	in ³	1 in ³ = 0.00001638 m ³ = 0.0005787 ft ³
	US	gallon US	galUS	1 galUS = 0.003785 m ³
	IN	gallon UK	galUK	1 galUK = 0.004546 m ³
Poids spécifique	SI	newton par dm ³	N/dm ³	1 N/dm ³ = 0.102 kg/dm ³
	ST	kilogrammes par dm ³	kg/dm ³	1 kg/dm ³ = 9.807 N/dm ³
Température	SI	Kelvin	K	1 K = °C + 273.15
	SI	degré centigrade	°C	1 °C = (°F-32) x 5/9 = K-273.15
	IN	degré fahrenheit	°F	1 °F = 9/5 x °C + 32
Original ou copie	SI	newton mètre	N·m	1 N·m = 0.102 kg·m = 0.7376 ft·lb
	ST	mètre kilogrammes	kg·m	1 kg·m = 9.807 N·m = 7.233 ft·lb
Travail et énergie	SI	joule	J	1 J = 1 N·m 1 J = 0.102 kg·mJ 1 kg·m = 9.807
	ST	kilowatt heure	kW·h	1 kW·h = 1.36 CV·h = 860 kcal = 1000 W x 1J = 3.6 x 10 ⁶ J
	ST	cheval vapeur par heure	CV·h	1 CV·h = 270.000 kg·m = 0.736 kW·h
Puissance	SI	watt	W	1 kW = 1.36 CV = 1.34 HP = 860 kcal/h
	ST	cheval vapeur	CV	1 CV = 0.736 kW = 0.986 HP = 75 kg·m/s
	IN	horsepower	HP	1 HP = 1.014 CV = 0.746 kW
Angle	SI	radiant	rad	1 rad = 57°,29578 = 57°17'44",81 = 63c
	ST	degré sessag	1°	1° = 0.01745 rad = 1.11111c
	ST	degré centésimal	1c	1 c = 0.01571 rad = 0.90°

SI - SYSTEME INTERNATIONAL

ST – SYSTEME TECHNIQUE

IN – SYSTEME ANGLAIS

US – SYSTEME AMERICAIN



Parmi les premiers au monde à avoir obtenu la certification **UNI EN ISO 9001:2000** avec l'organisme de certification **DNV**.

Dans l'optique d'une amélioration continue du service, vous pouvez communiquer avec Valsir en signalant votre jugement au moyen d'un formulaire spécifique. C'est très simple. Il suffit de visiter le site **www.valsir.it**, d'entrer dans la section « Services » et de cliquer sous « Maintenant, nous attendons aussi votre avis ».

valsir[®]

Valsir S.p.A.

Località Merlaro, 2
25078 Vestone (Brescia) Italia
Tel. +39 0365 877011 - Fax +39 0365 81268
valsir@valsir.it - commerciale.italia@valsir.it
assistenza@valsir.it - impianti@valsir.it
export@valsir.it

VALSIR France

DVF (Agence exclusive pour la France)

Zac du Baconnet - 69700 Montagny
Tel. 0472 495000 - Fax 0472 495009
Info: contact@dvf-fr.com - www.valsir.fr