

Avis Technique 14/07-1176

Révision de l'Avis Technique 14/01-641

Canalisations préisolées
Preinsulated piping systems
Vorgedämmte Rohrleitungen

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

www.cstb.fr

rubrique :

Produits de la Construction
Certification

Canalisations préisolées en PB

Flexalen

Titulaire : Thermaflex International Holding BV
Veerweg 1,
P.O. Box 531
NL-5140 AM Waalwijk

Tél. : +31 416 567 764

Fax : +31 416 567 788

Internet : www.thermaflex.com

e.mail : h.bell@thermaflex.com

Usine : Waalwijk - Pays-Bas

Représentant : ACE Sarl
en France ZA Champgrand
F-26270 Loriol sur Drome

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n°14

Installations de génie climatique et installations sanitaires

Vu pour enregistrement le 11 février 2008



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

Le Groupe Spécialisé n° 14 «Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 9 octobre 2007, la demande de révision de l'Avis Technique 14/01-641 sur le système de canalisations préisolées « FLEXALEN » de la société THERMAFLEX ISOLATIE BV. Le Groupe Spécialisé n° 14 a formulé, concernant ce produit, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un certificat CSTBat attaché à l'Avis, délivré par le CSTB.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Système de canalisations préisolées à base de tubes et raccords en polybutène (PB) pour réseaux de distribution de fluides.

Le principe des systèmes FLEXALEN 500/600 et FLEXALEN 1000+ est de protéger la canalisation en PB par une gaine étanche en polyoléfine haute densité. Entre la gaine et le tube caloporteur l'isolation est réalisée par une mousse isolante en polyoléfine. Le ou les tubes en PB sont enrobés directement au contact de l'isolant pour le système 500/600 et restent libres pour le système 1000+ (lignes multiples à 3, 4 tubes ou plus).

Le système FLEXALEN « Barres droites » est constitué de tubes PB en longueurs droites dont l'isolation est en mousse polyuréthane injectée.

Le système FLEXALEN 60 est un tube PB préisolé par un manchon continu en mousse de polyoléfine.

- dimensions des tubes en PB :
 - DN 16 et 20 de série S 3,2
 - DN 25 à 225 de série S 5 selon les normes NF EN ISO 15876-2 et ISO 4065.
- raccords : les raccords associés sont les raccords en PB de la société GF ainsi que les raccords mécaniques à compression BEULCO.

1.2 Identification des produits

Les éléments de marquage relatifs à la Certification *CSTBat* sont définis dans le Règlement Technique « Systèmes de canalisations de distribution d'eau ou d'évacuation des eaux ».

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine d'emploi proposé.

Distribution de fluides utilisés en génie climatique et sanitaire tels que :

- réseaux de chauffage de proximité,
- réseaux secondaires de chauffage urbain,
- liaisons de bâtiments à bâtiments,
- réseaux d'eaux thermales.

Les conditions d'utilisation de ces réseaux doivent être celles des installations qu'ils desservent à l'intérieur des bâtiments, à savoir les classes d'application 2, 4 et 5 telles que définies par les normes ISO 10508 et NF EN ISO 15876.

- Classe 2 : 10 bars - Alimentation en eau chaude sanitaire (et en eau froide sanitaire 20 °C /10 bars),
- Classe 4 : 10 bars - Radiateurs basse température, chauffage par le sol,
- Classe 5 : 6 bars - Radiateurs haute température,
- Classe « Eau glacée » : 16 bars.

Les classes d'application 2, 4 et 5 sont conformes à la norme ISO 10508. Selon cette norme il est rappelé que quelle que soit la classe d'application retenue le système doit également satisfaire au transport d'eau froide à 20°C pendant 50 ans et une pression de service de 10 bars.

La classe d'application « Eau glacée » telle que définie dans le Guide Technique Spécialisé correspond aux installations de conditionnement d'air et de rafraîchissement dont la température minimale est de 5°C.

Les pressions de service P_d , pour chacune des classes d'application, sont déterminées selon les règles de dimensionnement des normes relatives aux « Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide ».

2.2 Appréciation sur le système

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Pour le domaine d'emploi accepté, les arrêtés du 6 décembre 1982 visant la réglementation des canalisations de transport des fluides non inflammables ni nocifs et du 15 janvier 1962 visant la réglementation des canalisations d'usinet ne s'appliquent pas.

Conformité sanitaire

Le tube caloporteur et les raccords associés font l'objet d'Attestations de Conformité Sanitaire (arrêté du 29 mai 1997 et modificatifs), déposées au secrétariat.

Isolation thermique.

Les pertes calorifiques peuvent être appréciées lors de la conception du réseau.

Résistance aux effets de surcharge.

La conception du procédé prévoit les dispositions à prendre.

Gamme dimensionnelle

La gamme de tubes et raccords proposée permet la réalisation des installations les plus couramment rencontrées pour le domaine d'emploi visé.

2.2.2 Durabilité - Entretien

Mis en oeuvre comme il est prévu, pour le domaine d'emploi accepté, les éléments constitutifs du procédé présentent une durabilité compatible avec la durée de vie des installations desservies par ces réseaux.

2.2.3 Fabrication - Contrôle

Toutes les pièces sont fabriquées en usine. Les contrôles relatifs à la qualité de l'isolation et de la protection externe sont normalement effectués et permettent d'être assuré d'une suffisante constance de la qualité.

2.2.4 Mise en œuvre

Les prescriptions indiquées dans le manuel de mise en œuvre du fabricant (voir Cahier des Prescriptions Techniques) doivent être scrupuleusement respectées. Ces règles de mise en œuvre permettent d'assurer aux réalisations un niveau de qualité sensiblement constant.

Le fabricant apporte une assistance technique comprenant :

- aide à la conception du réseau,
- formation des équipes de pose et délivrance d'un certificat de stage,
- assistance technique lors des premières mises en œuvre,
- visites de chantiers.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Spécifications tubes, raccords

Les tubes et raccords sont respectivement conformes aux normes NF EN ISO 15876-2 et 15876-3.

- Caractéristiques dimensionnelles :

Les diamètres et épaisseurs des tubes PB sont conformes à la série S 5 des normes NF EN ISO 15876 et ISO 4065. Leurs tolérances, selon la norme ISO 11922-1, sont des degrés suivants :

- degré V pour l'épaisseur,
- degré A pour le diamètre extérieur moyen.

Dext x e (mm)	Dext (mm)	e (mm)
16 x 2,2	16 -0 +0,3	2,2 -0 +0,4
20 x 2,8	20 -0 +0,3	2,8 -0 +0,4
25 x 2,3	25 -0 +0,3	2,3 -0 +0,4
32 x 2,9	32 -0 +0,3	2,9 -0 +0,4
40 x 3,7	40 -0 +0,4	3,7 -0 +0,5
50 x 4,6	50 -0 +0,5	4,6 -0 +0,6
63 x 5,8	63 -0 +0,6	5,8 -0 +0,7
75 x 6,8	75 -0 +0,7	6,8 -0 +0,8
90 x 8,2	90 -0 +0,9	8,2 -0 +1,0
110 x 10,0	110 -0 +1,0	10,0 -0 +1,1
125 x 11,4	125 -0+1,2	11,4 -0 +1,3
140 x 12,7	140 -0+1,3	12,7 -0 +1,4
160 x 14,6	160 -0+1,5	14,6 -0 +1,6
225 x 20,5	225 -0+2,1	20,5 -0 +2,1

- Retrait à chaud (tubes) :
 - conditions d'essais : NF EN ISO 2505, méthode A, 110°C, 15 min minimum,
 - spécifications : retrait ≤ 2 %.
- Caractéristiques en traction (tubes) :
 - conditions d'essais : NF EN ISO 6259-1 et 3,
 - spécifications : $R_{se} \geq 15$ MPa ; $R_r \geq 25$ MPa et $A \geq 125$ %.
- Indice de fluidité (tubes, raccords) :
 - conditions d'essais : ISO 1133, 190°C, 5 kg,
 - spécifications : écart entre tube et matière 1ère $\leq 0,3$ g/10 min.
- Temps d'induction à l'oxydation (TIO) (tubes, raccords) :
 - conditions d'essais : NF EN 728,
 - spécifications : vérification de la reproductibilité des résultats établis lors de l'instruction de l'Avis Technique (avec un minimum de 20 min à 210°C).

2.32 Autocontrôle de fabrication et vérification

2.321 Autocontrôle

Les résultats des contrôles de fabrication doivent être portés sur des fiches ou sur des registres.

2.322 Vérification

La vérification de l'autocontrôle est assurée par le CSTB suivant les dispositions prévues par le Règlement Technique de Certification. Elle comporte :

- l'examen en usine de la fabrication et de l'autocontrôle,
- la vérification des caractéristiques définies au paragraphe 2.3.1 du présent Cahier des Prescriptions Techniques, par des essais effectués au laboratoire du CSTB sur des tubes et des raccords prélevés lors des visites de vérification,

2.33 Mise en oeuvre

La mise en oeuvre et l'installation doivent être réalisées conformément aux prescriptions du fascicule 78 et au manuel de montage du fabricant.

Ce manuel devra porter le numéro de l'Avis Technique et rappeler qu'il tient lieu de Cahier des Prescriptions Techniques de mise en oeuvre du présent Avis. Le Groupe Spécialisé devra être informé de toute modification apportée à ce manuel.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du produit dans le domaine proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 octobre 2012.

Pour le Groupe Spécialisé n°14
Le Président
A. DUIGOU

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Classes d'application

Compte tenu de la prise en compte des normes européennes, la correspondance entre les désignations des anciennes et des nouvelles classes d'application est la suivante :

Anciennes désignations	Nouvelles désignations	Application type
Classe ECFS	Classe 2	Alimentation en eau chaude et froide sanitaire
Classe 2	Classe 4	Radiateurs basse température, chauffage par le sol
Classe 0	Classe 5	Radiateurs haute température

Les nouvelles classes d'application 2, 4 et 5 sont conformes à la norme ISO 10508. Selon cette norme il est rappelé que quelle que soit la classe d'application retenue le système doit également satisfaire au transport d'eau froide à 20°C pendant 50 ans et une pression de service de 10 bars.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°14
D. POTIER

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Identité

Désignation commerciale du produit : FLEXALEN systèmes 500/600, 1000+, système 60 et système « Barres droites ».

Société : THERMAFLEX INTERNATIONAL HOLDING BV
Veerweg 1,
P.O. Box 531
NL-5140 AM WAALWIJK

Usine : Waalwijk

1.2 Définition

Système de canalisations préisolées à base de tubes et raccords en polybutène (PB) pour réseaux de distribution de fluides.

- dimensions des tubes PB (selon NF EN ISO 15876-2) :
 - DN 16 et 20 de série S 3,2,
 - DN 25 à 225 de série S 5.
- raccords : les raccords associés sont les raccords en PB de la société GF ainsi que les raccords mécaniques à compression BEULCO.
- accessoires : ils comportent notamment des manchons, coudes et tés destinés à reconstituer l'isolation, la protection extérieure et l'étanchéité aux niveaux des raccordements.

1.3 Domaine d'emploi

Distribution de fluides utilisés en génie climatique et sanitaire tels que :

- réseaux de chauffage de proximité,
- réseaux secondaires de chauffage urbain,
- liaisons de bâtiments à bâtiments,
- réseaux d'eaux thermales.

Les conditions d'utilisation de ces réseaux doivent être celles des installations qu'ils desservent à l'intérieur des bâtiments, à savoir les classes d'application 2, 4 et 5 telles que définies par les normes ISO 10138 et NF EN ISO 15876.

- Classe 2 : 10 bars - Alimentation en eau chaude sanitaire (et en eau froide sanitaire 20°C/10bars),
- Classe 4 : 10 bars - Radiateurs basse température, chauffage par le sol,
- Classe 5 : 6 bars - Radiateurs haute température,
- Classe « Eau glacée » : 16 bars.

Les classes d'application 2, 4 et 5 sont conformes à la norme ISO 10508 et correspondent aux conditions d'utilisation définies dans le tableau suivant :

Classe	Régime de service	Régime maximal	Régime accidentel	Application type
2	70°C 49 ans	80°C 1 an	95°C 100 h	Alimentation en eau chaude et froide sanitaire
4	20°C 2,5 ans +40°C 20 ans +60°C 25 ans	70°C 2,5 ans	100°C 100 h	Radiateurs basse température, chauffage par le sol
5	20°C 14 ans +60°C 25 ans +80°C 10 ans	90°C 1 an	100°C 100 h	Radiateurs haute température

Selon la norme ISO 10508 il est rappelé que quelle que soit la classe d'application retenue le système doit également satisfaire au transport d'eau froide à 20°C pendant 50 ans et une pression de service de 10 bars.

La classe d'application « Eau glacée » telle que définie dans le Guide Technique Spécialisé correspond aux installations de conditionnement d'air et de rafraîchissement dont la température minimale est de 5°C.

Les pressions de service Pd, pour chacune des classes d'application sont déterminées selon les règles de dimensionnement des normes relatives aux « Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide ».

Le procédé peut être utilisé quel que soit le type de terrain et quelle que soit sa configuration (pentes...). Lors de la mise en œuvre par des températures inférieures à 0°C, il est conseillé de stocker les couronnes à l'abri du froid pour éviter une perte importante de souplesse.

Des précautions particulières sont toutefois à prendre dans les cas suivants :

Traversée de routes

Recouvrement sur la génératrice supérieure de 0,80 m minimum sous le revêtement routier.

En dessous de cette valeur, protection mécanique par buse ou par dallots en béton armé

Présence d'obstacles ou d'autres canalisations

Une distance de 0,20 m minimum devra toujours être ménagée entre le tube extérieur en PE et un obstacle ou une autre canalisation le croisant. Si cette distance ne peut pas être respectée, chaque tube extérieur en PE sera busé (buse béton ou fibre ciment) sur 0,50 m de part et d'autre de l'obstacle.

1.4 Assistance technique et formation du personnel

Le fabricant apporte une assistance technique comprenant :

- aide à la conception du réseau,
- formation des équipes de pose et délivrance d'un certificat de stage,
- assistance technique lors des premières mises en œuvre,
- visites de chantiers.

2. Principe du procédé - Description des composants

2.1 Principe du procédé

Le principe des systèmes FLEXALEN 500/600 et FLEXALEN 1000+ est de protéger la canalisation en PB par une gaine étanche en polyoléfine haute densité. Entre la gaine et le tube caloporteur l'isolation est réalisée par une mousse isolante en polyoléfine. Le ou les tubes en PB sont enrobés directement au contact de l'isolant pour le système 500/600 et restent libres pour le système 1000+ (lignes multiples à 3, 4 tubes ou plus).



Figure 1 : Flexalen 500/600



Figure 2 : Flexalen 1000+

Le système FLEXALEN Barres droites est constitué de tubes PB en longueurs droites dont l'isolation est en mousse polyuréthane injectée.



Figure 3 : Flexalen 1000

Le système FLEXALEN 60 est un tube PB préisolé par un manchon continu en mousse de polyoléfine



Figure 4 : Flexalen 60

2.2 Description des composants

Les caractéristiques dimensionnelles des tubes préisolés des systèmes FLEXALEN 500/600, 1000+, système Barres droites et système 60 sont définies dans les tableaux 1 à 4 en annexe.

2.2.1 Tubes PB

Les diamètres et épaisseurs des tubes PB sont conformes à la série S 5 des normes NF EN ISO 15876 et ISO 4065. Leurs tolérances, selon la norme ISO 11922-1, sont des degrés suivants :

- degré V pour l'épaisseur,
- degré A pour le diamètre extérieur moyen.

Dext x e (mm)	Dext (mm)	e (mm)
16 x 2,2	16 -0 +0,3	2,2 -0 +0,4
20 x 2,8	20 -0 +0,3	2,8 -0 +0,4
25 x 2,3	25 -0 +0,3	2,3 -0 +0,4
32 x 2,9	32 -0 +0,3	2,9 -0 +0,4
40 x 3,7	40 -0 +0,4	3,7 -0 +0,5
50 x 4,6	50 -0 +0,5	4,6 -0 +0,6
63 x 5,8	63 -0 +0,6	5,8 -0 +0,7
75 x 6,8	75 -0 +0,7	6,8 -0 +0,8
90 x 8,2	90 -0 +0,9	8,2 -0 +1,0
110 x 10,0	110 -0 +1,0	10,0 -0 +1,1
125 x 11,4	125 -0 +1,2	11,4 -0 +1,3
140 x 12,7	140 -0 +1,3	12,7 -0 +1,4
160 x 14,6	160 -0 +1,5	14,6 -0 +1,6
225 x 20,5	225 -0 +2,1	20,5 -0 +2,1

La gamme dimensionnelle des produits préisolés FLEXALEN est définie aux tableaux 1 à 4 en annexe.

2.2.2 Raccordements PB-PB

Trois techniques sont utilisables :

- - raccords par manchon à polyfusion (DN 16 à 110)
- - raccords par manchon à électrofusion (DN 16 à 110)
- - raccords par soudure bout à bout (pour DN \geq 110)

2.2.3 Raccordements PB-Réseau

- raccords à brides (sur tous diamètres)

L'étanchéité est assurée par un joint torique en viton, aucun autre joint ou autre bride n'est autorisée.

- raccords à compression (DN 16 à 110)

Le raccordement s'effectue à l'aide des raccords mécaniques à compression BEULCO (voir figure 5 en annexe).

La gamme comporte pour chaque diamètre, des manchons, coudes tés (égaux ou réduits) pour le raccordement entre tubes ainsi que des raccords mixtes filetés ou taraudés pour des connexions à d'autres réseaux.

2.2.3 Accessoires

Manchon d'isolation

L'isolation est obtenue par mise en place d'un manchon en mousse de polyoléfine ou est reconstituée avec de la mousse PUR.

L'étanchéité de la gaine est reconstituée par un fourreau thermorétractable et deux manchettes thermorétractables.

Manchon d'isolation pour tés

Il est constitué de 2 demi-coquilles PE assemblées par boulonnage dans lesquelles l'isolation est reconstituée à l'aide de composants tubulaires. L'étanchéité entre les coquilles et la gaine est réalisée par des joints.

Coude et té préisolés

Les coudes et tés peuvent être préisolés en atelier. Dans ce cas le raccordement sur chantier s'effectue comme pour une longueur droite.

Manchette d'extrémité

C'est une manchette thermorétractable qui permet de protéger l'isolant contre les pénétrations d'eau au raccordement sur un autre réseau.

Pénétrations de murs

L'étanchéité au niveau de la pénétration du bâtiment se fait soit par l'intermédiaire d'un joint mural en mousse PE soit par une manchette dentelée en EPDM.

3. Définition des matériaux constitutifs

3.1 Tubes véhiculant le fluide caloporteur

Le tube caloporteur ainsi que les raccords à polyfusion ou électrofusion sont en polybutène (Résine PB 4237 de BASSELL).

Principales caractéristiques :

- masse volumique : 937 kg/m³
- coefficient de dilatation : 130 10-6 m/m.K
- conductibilité thermique : 0,19 W/m.K à 20°C
- module d'élasticité : 450 MPa à 20°C

3.2 Isolation systèmes Flexalen 500/600 et 1000+

L'isolation est obtenue par injection de mousse polyoléfine de caractéristiques suivantes :

- masse volumique : 27 à 40 kg/m³
- conductibilité thermique : \leq 0,031 W/m.K

3.3 Isolation Flexalen système 60

L'isolation est obtenue par injection de mousse polyoléfine de caractéristiques suivantes :

- masse volumique : 25 à 35 kg/m³,
- conductibilité thermique à 10°C : $<$ 0,035 W/m.K,
- conductibilité thermique à 40°C : $<$ 0,038 W/m.K.

3.4 Isolation Flexalen Barres droites

Elle est obtenue par injection de mousse polyuréthane semi-rigide, composée d'isocyanate et de polyol; avec l'adjonction d'un agent gonflant, ses propriétés sont les suivantes.

- masse volumique : 80 kg/m³,
- conductivité thermique : \leq 0,030 W/m.K,
- pourcentage de cellules fermées : $>$ 95%.

3.5 Gaine extérieure

La gaine extérieure est constituée d'un tube annelé en PE pour les couronnes et d'un tube lisse en PE pour les barres droites.

4. Fabrication - Contrôles

4.1 Description du processus de fabrication

Le tube caloporteur en PB est extrudé puis est stocké pendant 7 jours pour post-cristallisation.

Les opérations suivantes sont ensuite effectuées :

- déroulage du tube PB,
- mise en place de l'isolation,
- extrusion et formage de la gaine extérieure en PE,
- marquage,
- conditionnement.

4.2 Contrôles

- Sur matière première

Vérification de l'indice de fluidité à chaud MFI 190°C/5kg inférieur à 3 g/10min. Chaque lot est livré avec certificat d'analyse du fournisseur.

- En cours de fabrication

Contrôle dimensionnel en continu (diamètre extérieur, épaisseur), les résultats sont consignés sur des registres toutes les 2 heures.

- Sur produits finis

Les essais sur tubes PB effectués après 10 jours de stockage des tubes après extrusion afin de prendre en compte la postcristallisation du produit sont définis dans le tableau 5 en annexe.

Contrôle de l'isolant : densité, absorption d'eau et résistance mécanique sont vérifiés chaque jour.

4.3 Mode d'emballage et conditionnement pour le transport

Le fabricant livre les tubes en couronnes 50 à 200 mètres selon le diamètre. Les extrémités sont protégées par des manchettes.

Les couronnes sont maintenues serrées par des colliers, elles doivent être livrées à plat.

Les couronnes peuvent être stockées aux intempéries mais toujours sur des surfaces propres et drainées. En cas de stockage prolongé à forte température (ou basse température), protéger à l'aide d'une bâche.

4.4 Marquage

Le fabricant s'engage par ailleurs à respecter les exigences définies au § 1.2 « Identification des produits » de l'Avis Technique ci-avant.

5. Description de la mise en oeuvre

La mise en œuvre et l'installation doivent être réalisées conformément aux prescriptions du fascicule 78 et au manuel de montage du fabricant.

B. Résultats expérimentaux

Les essais réalisés font l'objet du rapport d'essais n° CA 36397 du CSTB. Les tubes caloporteurs et raccords associés font l'objet de contrôles semestriels dans le cadre du suivi d'Avis Technique puis de la certification CSTBat depuis la formulation de l'Avis initial en 1995.

C. Références

Le demandeur a déposé une liste de références au secrétariat.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Figure 5 : Raccords à compression Beulco

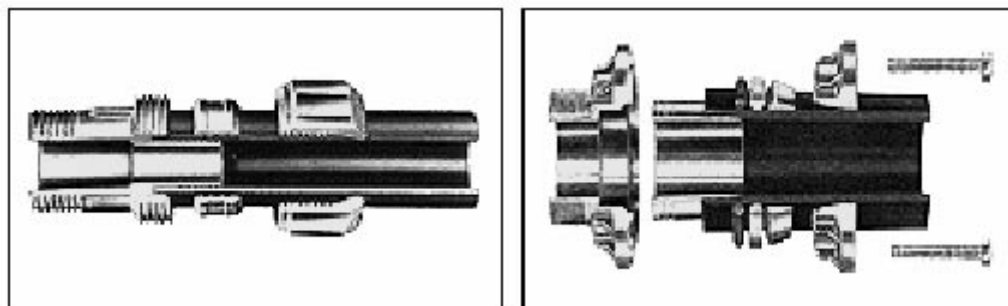


Tableau 1 : Système 500/600

∅ ext. tube (mm)	Epaisseur (mm)	∅ ext. Gaine PE (mm)
25	2,3	90
32	3,0	90
40	3,7	90
50	4,6	125
63	5,8	125
75	6,9	160
90	8,2	160
110	10,0	200

∅ ext. tube (mm)	Epaisseur (mm)	∅ ext. Gaine PE (mm)
2x25	2,3	125
2x32	3,0	125
2x40	3,7	160
2x50	4,6	160
2x63	5,8	200

Tableau 2 : Système Flexalen Barres droites (6 et 12 m)

∅ ext. tube (mm)	Epaisseur (mm)	∅ ext. Gaine PE
------------------	----------------	-----------------

		(mm)
110	10,0	200
125	11,4	200
140	12,7	225
160	14,6	250
225	20,5	315

Tableau 3 : Système 1000+

Ø ext. tube (mm)	Epaisseur (mm)	Ø ext. Gaine PE (mm)
20+25	2,8 et 2,3	125
20+32	2,8 et 3,0	125
25+32	2,3 et 3,0	125
20+40	2,8 et 3,7	125
25+40	2,3 et 3,7	160
32+40	3,0 et 3,7	160
20+50	2,8 et 4,6	160
25+50	2,3 et 4,6	160
32+50	3,0 et 4,6	160
40+50	3,7 et 4,6	200
20+63	2,8 et 5,8	200
25+63	2,3 et 5,8	200
32+63	3,0 et 5,8	200
40+63	3,7 et 5,8	200

Tableau 4 : Système 60

Ø ext. tube (mm)	Epaisseur (mm)	Ø ext. Gaine PE (mm)
16	2,2	32
20	2,8	46
25	2,3	51
32	3,0	58

Tableau 5 - Contrôles sur les tubes caloporteurs

Essais	Spécifications (NF EN 15876 et Guide Technique)	Fréquence minimale
Traction	Rse ≥ 15 MPa, Rr ≥ 25 MPa, A ≥ 125%	1 fois par semaine, par machine, par dimension
Indice de fluidité (tubes, raccords)	MFI 190/5 - Différence maximale de 0,3 g/10min avec la valeur sur la résine de base	à chaque démarrage de production
Retrait à chaud (tubes)	120°C - 1 h - retrait ≤ 1,0 %	1 fois par semaine, par machine, par dimension
	20°C - 16 MPa - t ≥ 1 h	1 fois par semaine, par machine, par dimension
Tenue à la pression (tubes)	95°C - 6,5 MPa - t ≥ 170 h	1 fois par semaine, par machine, par dimension
	95°C - 6,0 MPa - t ≥ 1000 h	en continu, tous les diamètres au moins une fois par an