

Avis Technique 14/10-1551

Annule et remplace l'Avis Technique 14/05-950

Canalisations préisolées
Preinsulated piping systems
Vorgedämmte Rohrleitungen

Tube FW Enveloppe acier

Titulaire : FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH
Graffting 6
DE-29227 Celle

Tél. : +49 514188 888-0
Fax : +49 5141 88 888-22
Internet : www.fw-gmbh.de
E-mail : info@fw-gmbh.de

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 20 août 2010



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

Le Groupe Spécialisé n° 14 « Installations de génie climatique et installations sanitaires » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 13 avril 2010 la demande de révision de l'Avis Technique 14/05-950 de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH relative au système de canalisations préisolées TUBE FW ENVELOPPE ACIER. Le groupe a formulé concernant ce système l'Avis Technique ci-après.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique et de protection contre la corrosion externe de canalisations enterrées pour transport de fluide à distance.

Le système est composé d'une gaine extérieure en acier protégé extérieurement. A l'intérieur de la gaine se trouvent un tube caloporteur calorifugé. Le choix de l'isolant se fait en fonction de la température.

Un système de supports permet la libre dilatation des tubes par rapport à la gaine extérieure

1.2 Identification

Chaque pièce est numérotée et porte le sigle FW.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine d'emploi proposé : protection contre la corrosion externe et isolation thermique de canalisations de transport de fluides utilisés en génie climatique.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Les éléments du procédé ainsi que leur mise en oeuvre permettent la réalisation de réseaux conformes à la réglementation (arrêté du 6 décembre 1982 visant à la réglementation des canalisations de transport des fluides non inflammables ni nocifs, arrêté du 15 janvier 1962 visant la réglementation des canalisations d'usine et la Directive européenne n°97/23-CE réglementant les appareils sous pression).

Isolation thermique

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

Protection contre la corrosion externe

Le procédé peut être employé quel que soit le terrain. L'étanchéité contre les pénétrations externes d'eau est normalement assurée par la conception des éléments (pièces préfabriquées et raccords d'isolation et d'étanchéité).

Résistance aux effets de surcharge

La conception du procédé prévoit les dispositions à prendre.

Prévention des accidents lors de la mise en oeuvre

Elle est normalement assurée, s'agissant de travaux de canalisations traditionnels.

2.22 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.

Compte tenu de la nature des tubes caloporteurs définis dans le Dossier Technique et de la nature des fluides pouvant être véhiculés, les problèmes de corrosion interne n'ont pas été abordés. Le respect des documents normatifs existants concernant ces problèmes est du ressort de l'utilisateur.

2.23 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.

2.24 Mise en oeuvre

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

La conception du réseau est réalisée par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH d'après les informations données par le client. Sur la base de ces informations, la société FW FERNWÄRME-TECHNIK GmbH planifie et ébauche un plan de pose, dont l'approbation par le client est obligatoire avant toute exécution.

Les projets sont suivis depuis le relevé du tracé jusqu'à la conduite de l'exécution comprenant les calculs statiques des tubes ainsi que la réalisation en usine des pièces préfabriquées jusqu'aux plans finaux par des ingénieurs expérimentés.

Sur demande, la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH prend en charge le montage des tubes. Pendant toute la conduite des travaux, des surveillants de chantier sont à disposition.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

La vérification de l'autocontrôle, à la charge du fabricant, sera réalisée une fois par an par le CSTB.

La mise en oeuvre du procédé FW devra être réalisée conformément au manuel de montage. 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 procédé dans le domaine proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 avril 2015.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 14
Le Président
Alain DUIGOU*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Généralités

Désignation commerciale du procédé : TUBE FW ENVELOPPE ACIER

- Nom et adresse du fabricant :
 - FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH
 - Graffting 6
 - DE-29227 Celle
 - Allemagne
- Usine :
 - Maschweg 4
 - DE-29227 Celle

1.2 Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi est le transport de fluides caloporteurs utilisés en génie climatique, à savoir :

- Eau froide
- Eau chaude et froide sanitaire
- Eau chaude et eau surchauffée
- Condensats saturés
- Eau glacée
- Eau glycolée
- Vapeur
- Fluides thermiques.

Autres utilisations :

Ces canalisations sont également utilisées dans le domaine industriel pour le transport de fluides dangereux pour l'environnement.

Le tube FW ENVELOPPE ACIER est utilisé pour le chauffage urbain et la climatisation. Le tube FW ENVELOPPE ACIER est utilisé sous différentes formes et avec les matériaux adaptés pour le transport d'eau de chauffage, d'eau industrielle, d'eau de refroidissement, de vapeur, de condensat, d'huile lourde et d'autres fluides.

Le tube FW ENVELOPPE ACIER peut être mis en œuvre pour le transport de fluides avec une température jusqu'à 400°C et jusqu'à une pression nominale PN 100. La société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH détermine la matière, l'épaisseur de la paroi des tubes, la valeur de l'isolation, les dispositifs de compensations et les points fixes en fonction des paramètres d'utilisation.

La matière et l'épaisseur de la paroi ainsi que l'enrobage du tube FW ENVELOPPE ACIER sont déterminés par FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH en fonction des sollicitations dues au type de terrain et au trafic routier, et de la profondeur. Comme le système FW ENVELOPPE ACIER, y compris la traversée murale, est étanche à l'eau, le système peut être aussi mis en œuvre en présence d'une nappe phréatique.

1.3 Assistance technique - Formation de personnel

Les projets sont suivis depuis le relevé du tracé jusqu'à la conduite de l'exécution comprenant les calculs statiques des tubes ainsi que la réalisation en usine des pièces préfabriquées jusqu'aux plans finaux par des ingénieurs expérimentés.

Sur demande, la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH prend en charge le montage des tubes. Pendant toute la conduite des travaux, les surveillants de chantier sont à disposition pour tout renseignement et conseil concernant les travaux ou le système de tubes et tiennent à disposition des outils spéciaux comme : appareil de test d'isolation, collier de précontrainte, sangle de levage, etc...

2. Définition du procédé

2.1 Principe du procédé

Les tubes FW enveloppe acier se composent d'un ou plusieurs tubes caloporteurs isolés thermiquement sur leur longueur.

L'isolation thermique est constituée de coquilles de laine minérale à haute qualité hydrophobe, facultativement de laine de verre ou de coquilles de silicate de calcium et d'un tube FW ENVELOPPE ACIER entourant le tube intérieur et l'isolant.

Le tube enveloppe est protégé sur sa surface extérieure par un système anticorrosion passif réalisé par un enrobage à base de bitume renforcé par tissu ou mat de verre DIN 30673 (NF A 49-702) ou par un revêtement en polyéthylène conforme à la norme DIN 30670-N-n (NF A 49-704). En supplément une protection cathodique anticorrosion peut-être installée.

Le tube intérieur est guidé par des supports dans le tube enveloppe. Jusqu'au DN 200, des patins d'appui sont utilisés, à partir du DN 250, ce sont des rouleaux d'appui.

Pour minimiser les pertes de chaleur, les brides de fixation des patins sont montées avec un isolant sans amiante. Les axes des rouleaux d'appui sont en acier inox.

L'intervalle entre les supports est fonction du diamètre du tube intérieur. Pour un élément d'une longueur de 12 m, il y a :

- DN 25 à DN 65 : 4 supports
- DN 80 à DN150 : 3 supports
- à partir de DN 200 : 2 supports.

L'intérieur du tube FW ENVELOPPE ACIER n'est pas revêtu. Immédiatement après la pose des tubes, l'air de l'espace annulaire est évacué au moyen de pompe à vide, de façon à ce que la pression dans l'espace annulaire ne soit que de 1 mbar. Par ce moyen, l'humidité résultant du chantier contenue dans l'espace annulaire et l'isolant est éliminée. Une isolation calorifique optimale est atteinte et l'étanchéité des tubes intérieurs et enveloppe est vérifiée. Ce vide doit ensuite être maintenu en permanence.

2.2 Description des éléments

Toutes les parties du réseau dimensionnées d'un point de vue technique comme : coudes, points fixes, éléments de compensation, tés, traversées murales, terminaisons étanches au gaz, ... sont entièrement fabriquées en usine et déjà montées sur des parties droites, de telle sorte que les assemblages sur chantier ne se fassent que sur des parties droites.

2.21 Liste des éléments préfabriqués et des accessoires

Longueurs droites

Les longueurs droites sont livrées en éléments de 12 à 16 m de long.

Coudes

A- Tube caloporteur

Des coudes du commerce normalisés suivant les usages d'exécution sans soudure ou soudés sont utilisés. Le matériau correspond à celui du tube droit, l'épaisseur de la paroi et le rayon de courbure sont choisis de telle façon que les coudes résistent aux sollicitations mécaniques.

B- Tube enveloppe

Les coudes sont réalisés avec des segments soudés découpés dans un tube droit.

Points fixes

Les forces qui agissent du tube intérieur sur le point fixe sont transmises par celui-ci dans le tube enveloppe, et sont compensées par les forces de frottement entre le tube enveloppe et le terrain, ce qui rend inutile la réalisation de massifs d'ancrage.

Il y a deux types de point fixe, chacun étant étudié pour une fonction spéciale (point fixe intermédiaire, point fixe d'extrémité).

Des points fixes d'extrémité (figure 1) sont montés exclusivement en fin de système et jusqu'à une température de service maximale de 130°C. Ils se composent d'une plaque soudée étanche au gaz entre le tube enveloppe et le tube intérieur. Cette plaque lie le tube intérieur à l'enveloppe et participe à l'étanchéité de l'espace annulaire.

Les points fixes intermédiaires (figure 2) peuvent être utilisés, comme pour l'ensemble du système jusqu'à une température de 400°C. Un point fixe intermédiaire se compose d'une plaque soudée au tube enveloppe, de deux plaques qui sont soudées au tube intérieur, ainsi que d'intercalaires résistant à la pression empêchant les pertes de chaleur, mais assurant cependant la transmission des efforts.

Traversées murales

Les traversées murales (figure 3) se composent d'un tube de protection avec une collerette de fixation soudée dessus, ainsi qu'un centrage pour le tube enveloppe et une fermeture élastique étanche à l'eau entre le tube enveloppe et celui de protection réalisé avec l'aide d'un compensateur annulaire. Celui-ci est soudé étanche entre les deux tubes et est pourvu, comme le tube enveloppe, d'une protection anticorrosion passive. Le compensateur annulaire doit être enveloppé par un coussin de dilatation.

Raccords en té

Les raccords en té (figure 4) sont comme tous les autres éléments préfabriqués en usine. Ils sont réalisés de telle sorte qu'en raison de la dilatation thermique, le glissement du tube caloporteur est pris en compte statiquement et géométriquement.

Pour le raccord en té du tube intérieur, des pièces en té selon DIN 2615 ou des anneaux de branchement selon ASTM sont utilisés.

Compensateur axial

Le compensateur axial lui-même n'est pas fabriqué par la société FW-FERNWÄRME TECHNIK GmbH, mais choisi par FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH parmi les matériels agréés et répond en particulier à l'article 11 de l'arrêté du 6 décembre 1982. Les compensateurs sont montés en usine, en règle générale déjà précontraints et équipés d'une sécurité. Lors d'essais en pression, les instructions particulières de montage du constructeur des compensateurs et de FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH sont à respecter.

Réduction tube enveloppe

La réduction du tube FW ENVELOPPE ACIER est réalisée par soudure de morceaux de tubes coniques ou de secteurs annulaires. La réduction du tube intérieur est réalisée à l'aide de réductions du commerce normalisées DIN 2616.

Obturbateurs d'extrémités

Les obturbateurs d'extrémités servent à un guidage axial étanche au gaz et au vide du tube intérieur hors du tube enveloppe. Si on ne peut utiliser un point fixe d'extrémité, un compensateur axial d'extrémité approprié à chaque température de fonctionnement doit être monté.

La figure 5 représente un compensateur axial d'extrémité.

Un compensateur axial est soudé étanche au gaz et au vide entre deux disques. Un disque est soudé sur le tube intérieur, l'autre sur le tube enveloppe. De cette façon, il se forme un élément élastique d'obturation étanche au vide. Sur le tube enveloppe, des orifices de branchement avec un bouchon d'obturation sont soudés respectivement dans la position 6 et 12 heures. Ces connexions permettent le test sous air comprimé, de l'espace annulaire et respectivement son évacuation.

Les compensateurs sont parfois précontraints en usine. La sécurité de précontrainte ne doit être enlevée que lorsque tous les tubes intérieurs ont été soudés entre eux et les tubes FW ENVELOPPE ACIER montés.

Raccords de base

Les raccords de base sont composés de :

- Demi-coquilles d'isolant thermique de même qualité, d'épaisseur et de diamètre que l'isolant du tube caloporteur.
- Bandes de fixations en acier inox et fermoirs.
- Un tube enveloppe noir brut pour la fabrication sur le chantier de deux demi-coquilles. Pour protéger l'isolant thermique pendant le travail de soudage, des bandes de tissu de verre sont placées sous la ligne de soudure.

Pour la reconstitution de la protection passive anticorrosion on utilise :

- soit des bandes de bitume avec armature de tissu de verre pour un double enrobage de la demi-coquille, y compris primaire pour tubes bitumés,
- soit pour les tubes avec un revêtement polyéthylène, des bandes ou de manchons thermorétractables pour un double enrobage avec 50% de recouvrement.

Fin de réseau

Ces éléments sont utilisés lorsqu'une extension future du réseau est prévue. Le tube intérieur est obturé par un fond bombé. Un disque est soudé perpendiculairement à l'axe du tube dans le tube enveloppe, puis il reçoit comme le tube enveloppe une protection anticorrosion passive.

Lors de la connexion à une fin de réseau, le tube FW ENVELOPPE ACIER est découpé de manière que 150 mm du tube intérieur soient libres. Le fond bombé est tronçonné sur le tube intérieur et le réseau est agrandi.

Puisard FW acier

Les puisards FW ACIER sont entièrement préfabriqués en usine. Ils sont destinés à être enfouis dans le sol et contiennent les accessoires nécessaires au réseau.

Les puisards sont étanches à l'eau et se composent d'un cylindre d'acier, renforcé au niveau de l'entrée et de la sortie des tubes.

Le fond et le dessus sont en tôle d'acier. Le diamètre de la tôle du fond est supérieur de 200 mm à celui du corps du puisard, constituant une bride de fixation, servant d'ancrage du puisard contre des forces ascensionnelles. Ils sont munis d'une échelle, d'un trou d'homme avec une plaque de fermeture étanche et résistante à la circulation selon DIN 1072 SLW 60 et d'évents. Toutes les surfaces intérieures du puisard jusqu'au sol en béton sont recouvertes d'une double couche de protection anticorrosion et d'une peinture. Toutes les surfaces extérieures sont recouvertes d'une double couche de protection en bitume tropical et fibres de verre, épaisseur minimale de la couche 4 mm. Tous les accessoires comme : traversée murale, point fixe, obturbateur d'extrémité, vanne de sectionnement, peuvent selon les besoins y être installés.

Vannes de sectionnement

Pour l'eau chaude jusqu'à une température de 180°C et une pression nominale de PN 40, la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH construit des éléments préfabriqués avec des vannes d'arrêt et dispositif de purge d'air.

Les vannes utilisées sont des vannes à boisseau sphérique. La traversée étanche au vide de l'enveloppe par la tige et le tube de purge est réalisée avec un compensateur axial d'extrémité.

La commande de ces vannes doit se situer dans un puits en béton préfabriqué devant résister aux contraintes de circulation.

3. Définition des matériaux constitutifs

3.1 Caractéristiques des constituants

3.1.1 Tubes véhiculant le fluide caloporteur

Le matériau du tube intérieur est déterminé par le type de fluide transporté et ses caractéristiques.

Pour les cas d'utilisation normale dans le chauffage urbain, le tube intérieur répond aux spécifications suivantes :

- Tube acier sans soudure DIN 2448 (ISO 4200-1985), dimensions ISO, matériau St 37.0 (S) (NF A 49-112), conditions techniques de livraison DIN 1629 (ISO 9329-1-1989) avec procès verbal d'essais DIN 50049 (EN 10204).
- Tube acier soudé DIN 2458 (ISO 4200-1985) dimensions ISO, matériau St 37.0 (WB) (NF A 49-311), conditions techniques de livraison DIN 1626 (ISO 9329-1-1989) avec procès verbal d'essais DIN 50049 (EN 10204), coefficient de soudure 1,0.

Pour de fortes sollicitations un matériau acier ayant une limite d'élasticité à chaud supérieure à celle d'un acier St 37 pourra être utilisé (ex : St 52.0 (TU 52-b)).

3.1.2 Isolant

Pour l'isolation, on utilise principalement des coquilles de laine de roche de densité de 110 à 150 kg/m³, ayant une résistance à la température jusqu'à 600°C. La conductibilité thermique est de 0,046 W/m.K à 100°C.

D'autres isolants comme la laine de verre ou le silicate de calcium peuvent aussi être utilisés. L'isolant approprié est déterminé par le constructeur selon des critères techniques et de rentabilité.

3.1.3 Enveloppe de protection des éléments

Les tubes enveloppe sont réalisés en tube acier soudé longitudinalement ou en spirale selon DIN 2458 (ISO 4200-1989). Le matériau et l'épaisseur de la paroi sont déterminés de telle sorte qu'ils répondent aux sollicitations du sol et aux conditions de circulation.

3.1.4 Système de protection passive anticorrosion

Celui-ci se compose soit d'une enveloppe en bitume tropical et bandes de tissu de verre, ou d'une enveloppe en polyéthylène extrudé ou injecté à chaud. La protection anticorrosion pour les tubes aériens consiste en une double couche de laque de protection.

3.2 Description du processus de fabrication

3.2.1 Fabrication des éléments droits

Après réception les composants sont vérifiés et usinés selon le plan de travail (tronçonnage, aménagement de chanfrein de soudure, ...).

Pour le tube intérieur d'usage courant avec des dimensions ISO, des coquilles fendues d'isolation sont montées sur le tube caloporteur. L'isolation peut être aussi en plaques fendues. Dans les deux cas l'isolant est maintenu sur le tube par des bandes de serrage en acier (4 pièces / m).

Après la pose des supports et de l'isolant sur le tube intérieur, celui-ci est glissé dans le tube enveloppe.

Pour le transport, des sécurités de transport fixant le tube intérieur dans le tube enveloppe sont montées en bout de tube. Les extrémités

du tube enveloppe sont obstruées par des bouchons ou des feuilles de PE, afin qu'aucune humidité ne puisse pénétrer dans le tube enveloppe et particulièrement dans l'isolant.

3.22 Contrôles en fabrication

3.221 Tube caloporteur

Les soudeurs ont une qualification selon la norme EN 287.

Toutes les soudures sont repérées par un poinçon et reportées sur le plan d'ensemble du tracé. Le nombre de contrôles radiographiques est déterminé en général par le client. Les contrôles sont réalisés selon la norme DIN 54111, catégorie A, et effectués par FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. L'interprétation des contrôles radiographiques est effectuée "si une autre norme n'a pas été imposée" selon la norme EN 25817, groupe d'interprétation B.

La nomenclature des fautes se fait selon la norme EN 26520.

Les joints d'angle sur le tube intérieur sont soumis à un test de pénétration des couleurs.

3.222 Tube enveloppe

Pour les tubes enveloppe supérieurs à DN 200, le test d'étanchéité au niveau de la soudure est effectué avec une lunette à vide.

Sur demande, les soudures du tube FW ENVELOPPE ACIER peuvent être soumises aussi à un contrôle radiographique selon norme DIN 54111.

3.223 Protection anticorrosion extérieure

L'enveloppe de protection est contrôlée par un test de résistivité électrique de 25 kV.

4. Description de la mise en oeuvre

4.1 Conception du réseau

La conception du réseau est réalisée par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH d'après les informations données par le client. Sur la base de ces informations, la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH planifie et ébauche un plan de pose, dont l'approbation par le client est obligatoire avant toute exécution.

4.2 Transport et manutention

Le levage des tubes FW ENVELOPPE ACIER ne doit être effectué qu'avec des sangles de levage en tissu (largeur minimum 150 mm).

Pour le déchargement des moyens de levage appropriés sont à employer. Lors du déchargement, il faut vérifier l'isolation du tube enveloppe avec un appareil de test d'isolement électrique. D'éventuelles parties endommagées doivent être immédiatement réparées.

4.3 Conditions de stockage

Si les tubes FW ENVELOPPE ACIER livrés ne sont pas immédiatement posés dans les tranchées, il faut alors les empiler de la manière suivante :

Tubes FW ENVELOPPE ACIER enveloppe jusqu'au DN 300 : 3 couches max.

Tubes FW ENVELOPPE ACIER de DN 300 à DN 500 : 2 couches max.

Tubes FW ENVELOPPE ACIER supérieurs à DN 500 : 1 couche max.

Il faut que le sol de stockage soit plat et sans gravats ni dépôts. Les tubes FW ENVELOPPE ACIER doivent être déposés sur du bois rembourré. Les tubes se trouvant à la base ne doivent pas être en contact avec le sol. Dans le cas de pièces de traversée murale, il faut particulièrement veiller à ce que la traversée murale n'ait aucun contact avec le sol et qu'elle ne repose pas sur un madrier.

Les tubes doivent être calés. De plus il faut veiller à ce que la marque se trouvant en haut du tube FW ENVELOPPE ACIER soit dans la position 12 heures lors du stockage et du transport, afin que les supports installés dans le tube FW ENVELOPPE ACIER soient correctement utilisés.

Les piles de tubes doivent être placées à une distance suffisante de la tranchée, pour que la stabilité statique des murs de tranchée ne soit pas mise en péril. Si les tubes FW ENVELOPPE ACIER sont stockés sur une longue période, il faut alors plus particulièrement dans le cas de tube FW ENVELOPPE ACIER bitumé respecter les précautions suivantes :

- recouvrir avec une bâche opaque les tubes FW ENVELOPPE ACIER pour les protéger du soleil,
- recouvrir les tubes FW ENVELOPPE ACIER bitumés lors de pluies abondantes, pour que l'inscription de l'ensemble, qui a été portée sur le bitume enrobé à la chaux blanche, reste encore lisible.

Les fixations de transport des tubes intérieurs, ainsi que l'emballage en feuille de pE ou les bouchons montés aux extrémités des tubes FW ENVELOPPE ACIER par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH, ne doivent être enlevés que lors du commencement effectif du montage

des tubes, ceci afin d'éviter toute pénétration d'humidité dans les éléments.

4.4 Tranchées

Le tracé donné doit être remesuré par l'ingénieur responsable du chantier. La profondeur de la tranchée, la hauteur minimum de recouvrement et l'inclinaison doivent être conformes aux spécifications de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.

Pour tous les assemblages, des réservations doivent être prévues avec les dimensions suivantes :

profondeur	60 cm sous le fond du tube enveloppe
largeur	60 cm de chaque côté du tube enveloppe
longueur	75 cm de part et d'autre de l'assemblage.

Le fond de la tranchée doit être recouvert d'une couche de sable tassé mécaniquement, d'au moins 10 cm d'épaisseur (0/7 grain rond). Ensuite, après un renouvellement, la tranchée doit être remise à l'entreprise de montage des tubes.

Les tranchées de même que les fosses de montage doivent être protégées des eaux de ruissellement et souterraines tout au long du montage. Lors d'une évacuation des eaux souterraines par des groupes de pompage, il est recommandé d'avoir des groupes de réserve.

4.5 Travaux de terrassement

Pour la réalisation des travaux de terrassement, il faut respecter les règles en vigueur.

4.6 Mise en place des éléments dans la tranchée

4.6.1 Numérotation des éléments

Les tubes FW ENVELOPPE ACIER sont numérotés sur le tube enveloppe comme suit :

BE = numéro d'élément (ordre).

BV = numéro de connexion de montage. Les éléments se suivant portent le même N° BV.

L'ordre de pose des différents éléments s'effectue d'après le plan de montage FW.

La position des différents assemblages doit être conforme au plan de montage FW.

De plus, chaque tube enveloppe et chaque tube intérieur sont pourvus d'un repère sur la partie supérieure avec le mot "oben" (haut), les tubes intérieurs par la marque de couleur "O" ou la frappe "O".

Il faut faire attention lors du montage des éléments à ce que les deux repères (celui du tube enveloppe et celui du tube intérieur) se trouvent dans la position 12 heures et que les deux repères d'un élément de connexion se suivent.

4.6.2 Mise en place dans la tranchée

Avant la mise en place des tubes FW ENVELOPPE ACIER dans les tranchées, l'isolation du tube enveloppe doit être testée, dans la partie inférieure, à l'aide d'un appareil de test d'isolement à 25 kV. Des dommages éventuels doivent être immédiatement réparés.

Les tubes FW ENVELOPPE ACIER doivent tout de suite être amenés dans la position prévue sur le sol de la tranchée.

Les éléments ne doivent pas être posés sur du bois.

Les tubes doivent être maintenus dans leurs positions par du sable tassé par endroits sur les côtés.

Il faut rendre étanche les connexions de montage restant à l'air libre de telle sorte que ni eau ni poussières ne puissent pénétrer dans le tube intérieur ou dans l'espace annulaire (par ex. : intempéries, rupture de canalisation).

4.7 Assemblage

4.7.1 Montage du tube caloporteur

Le soudage du tube intérieur ne doit être exécuté que par des soudeurs certifiés selon la norme EN 287. Les certificats des soudeurs doivent être présentés au client avant le début du montage.

Le contrôle des soudures est fait conformément aux textes en vigueur, arrêté du 24 mars 1978 et arrêté du 6 décembre 1982.

Les tubes intérieurs sont pourvus des deux côtés d'un chanfrein de soudage.

Avant de souder, les éléments doivent être disposés de telle sorte qu'il n'y ait aucun décalage latéral ou vertical entre les extrémités des tubes à souder.

Les dispositifs de sécurité pour le transport ne doivent être enlevés qu'après avoir soudé les tubes intérieurs. Ceci ne concerne pas les connexions de montage mises en précontraintes. Il faut s'assurer qu'un déplacement du tube enveloppe n'est plus possible (le cas

échéant, remplissage partiel y compris compression de la ligne de tubes).

Aux endroits où est effectuée une précontrainte du tube intérieur, il faut souder le tube intérieur seulement après avoir effectué la précontrainte.

Les valeurs de précontrainte données dans le plan de montage FW doivent être **impérativement** respectées.

La précontrainte ne doit être effectuée qu'après avoir installé et soudé la section complète du tracé y compris les points fixes lui appartenant. Il faut particulièrement faire attention à ce que les tubes ne se déplacent pas pendant la précontrainte. Il faut protéger les points fixes et les éléments coudés contre un éventuel déport.

4.711 Test en pression

Epreuve pneumatique d'étanchéité du tube intérieur

Au cas où, en raison du déroulement du montage, une épreuve pneumatique d'étanchéité partielle serait nécessaire, il faudra exécuter celle-ci de 0,5 à 0,8 bar maximum en tenant compte de tous les dispositifs de sécurité. En règle générale, ce procédé est valable pour les tubes intérieurs inférieurs au DN 200.

Pour les tubes intérieurs supérieurs au DN 200, l'épreuve pneumatique d'étanchéité est effectuée avec un dispositif de vérification sous vide spécial (lunette à vide).

Epreuve hydraulique de pression du tube intérieur

La pression hydraulique lors de l'épreuve est généralement de 1,5 fois la pression de service, avec un maximum de 1,3 fois la pression nominale. Les données correspondantes pour la pression d'essai et le taux de pression nominale sont indiquées sur le plan de montage FW et ne doivent pas être dépassées.

L'épreuve de pression doit, sauf spécifications contraires, être effectuée comme suit :

- Remplir la conduite, laisser stabiliser environ 4 heures. L'essai s'effectue ensuite sur 10 heures.
- La pression d'essai doit être surveillée, voire enregistrée, soit à l'aide d'un manomètre de précision, soit à l'aide d'un enregistreur.

L'épreuve de pression doit être effectuée conformément à la réglementation.

Remarques :

Si des compensateurs axiaux sont installés dans le tube FW ENVELOPPE ACIER, il faut alors suivre des instructions d'exécution bien précises lors de l'épreuve pneumatique ou hydraulique de pression. Avant de débiter les épreuves de pression, il faut consulter la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.

4.712 Isolation du tube intérieur

Après radiographie et contrôle en pression des tubes intérieurs, le tube intérieur doit être de nouveau isolé au niveau des assemblages à l'aide des coquilles isolantes livrées avec les tubes.

Il faut veiller à ce qu'aucune fente ne se crée entre la coquille isolante montée et l'isolation faite en usine. La coquille isolante est fixée au tube intérieur par deux bandes de cerclage en acier inoxydable fournies.

Seules des coquilles isolantes parfaites et sèches peuvent être installées.

Immédiatement après l'isolation du tube intérieur, cette partie doit de nouveau être recouverte de sorte que ni eau ni poussière ne pénètrent dans l'espace annulaire ou dans l'isolant de l'ensemble.

Lorsque les tubes FW ENVELOPPE ACIER sont raccordés par une demi-coquille ou après un rapprochement, il faut placer à l'endroit de la ou des soudures une protection ignifugée sur l'isolant, par exemple : une bande de tissu de verre en protection.

4.713 Raccordements des tubes enveloppe

Connexion des tubes enveloppe par demi-coquille

La longueur nécessaire est coupée dans le tube acier noir fourni par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH et emboîtée dans la connexion de montage.

Raccordement direct des tubes FW ENVELOPPE ACIER

Ce procédé ne doit être réalisé que s'il est prévu par le dossier et doit être exécuté avec le plus grand soin. Il faut en particulier faire attention à ce que les points fixes et les ensembles coudés ne changent pas de position. De même, les éléments dans lesquels une plaque d'appui radiale ou axiale a été montée ne doivent pas être tirés.

Le rapprochement des tubes ne peut avoir lieu qu'après soudure du tube intérieur et le montage de l'isolant ainsi que de la protection ignifugée pour la soudure. Pour cela, le tube FW ENVELOPPE ACIER d'un élément de montage est rapproché contre celui d'un autre élément afin de n'avoir qu'une soudure circulaire à effectuer.

Soudure des connexions de tubes FW ENVELOPPE ACIER

Lors de la soudure des tubes enveloppe, il faut indépendamment du procédé utilisé, respecter le point suivant :

- les différentes soudures de tubes enveloppe ne doivent être exécutées que par des soudeurs qualifiés selon EN 287 et avec des certificats en cours de validité.

4.714 Protection sur site des tubes enveloppe

L'application de la protection (bitume ou PE) se fait en respectant les prescriptions du fabricant.

L'enduit des tubes enveloppe, ainsi que les connexions de montage sont à vérifier impérativement avant le remblaiement de la tranchée avec un appareil de test d'isolement électrique à 25 kV ainsi que leur non-porosité et leur intégralité.

Un procès-verbal sur la vérification de l'isolation du tube FW ENVELOPPE ACIER doit être rédigé en commun avec la direction des travaux et remis au client.

4.72 Faibles changements de direction

Le système tube FW ENVELOPPE ACIER accepte pour la réalisation des courbures à grand rayon un désaxement angulaire maximal de 3°, réalisé au niveau d'une connexion par le tronçonnage en biais du tube intérieur et l'adaptation d'une demi-coquille.

4.8 Compensation des dilatations

En raison des différences de température, les tubes acier subissent des phénomènes de dilatation. Des forces de compression, dépendant du passage des tubes, apparaissent dans le système.

En fonction du tracé et des conditions de service, il existe plusieurs solutions pour compenser les phénomènes de dilatation.

4.81 Utilisation de changements de direction (lyres, Z, L, ...)

Pour une compensation naturelle de la dilatation, la déformation élastique des conduites est compensée par des changements de direction (lyres en L, Z, et U).

Si l'espace annulaire n'est pas suffisant pour la dilatation du tube intérieur, alors une extension du tube enveloppe est prévue au niveau des coudes.

Pour réduire les contraintes créées uniquement par la dilatation due à la chaleur, une précontrainte du tube peut être réalisée.

4.82 Compensateurs de dilatation

Si la dilatation due à la température ne peut être compensée par une disposition élastique, alors des compensateurs axiaux doivent être montés.

Lorsque des compensateurs axiaux sont prévus dans les tubes FW ENVELOPPE ACIER, ceux-ci sont montés en usine et en règle générale déjà précontraints et équipés d'une sécurité en conséquence. Lors d'essais en pression, les instructions particulières de montage du constructeur des compensateurs et de FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH sont à respecter.

4.83 Pose non compensée

Sous certaines conditions de service il est possible de monter le tube intérieur sans compensation entre deux points fixes. Le matériau du tube et la réalisation des points fixes seront particulièrement sélectionnés en fonction des contraintes résultant de cette méthode.

4.9 Exécution des points singuliers

4.91 Protection cathodique anticorrosion

En fonction des conditions imposées par le réseau, la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH conçoit et livre une unité de protection cathodique anticorrosion. Celle-ci est construite comme une installation de courant vagabond et se compose d'anodes en FeSi, d'un générateur de courant de protection avec boîtier en tôle et le matériel nécessaire au montage.

Le générateur est prévu pour être installé dans un endroit sec et fermé.

Si une installation de protection cathodique anticorrosion est installée sur les tubes FW ENVELOPPE ACIER, elle est à isoler électriquement dans les bâtiments des canalisations s'y raccordant par l'installation de bride d'isolation. Les brides d'isolation sont livrées par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. Lors de l'utilisation de brides d'isolation, la température du fluide caloporteur est limitée à 200°C.

4.92 Puisard d'inspection et de contrôle

Lors du montage d'un puisard FW ACIER, il faut respecter les points suivants :

Le fond de l'excavation recevant le puisard doit être recouvert d'une couche de sable tassé mécaniquement d'au moins 15 cm d'épaisseur (grain rond 0/7).

Avant la mise en place, la couche extérieure d'isolement en bitume du puisard doit être contrôlée avec un appareil de test d'isolement à 25 kV, les dommages éventuels doivent être immédiatement réparés.

Le sable pour le remblaiement de l'excavation doit être déposé par couches successives et tassé chaque fois, de façon à ce qu'aucune charge de cisaillement ne se crée sur les tubulures.

Les œilletons de levage prévus pour le transport doivent être cisailés après la mise en place du puisard.

Les parties cisailées doivent être isolées parfaitement par deux couches de bandes bitumées.

Le trou d'homme, en général prévu plus long, doit après mise en place du puisard dans la fosse être tronçonné à la bonne longueur, puis le support de la plaque de fermeture y est soudé. La soudure doit être isolée parfaitement par deux couches de bandes bitumées.

Le tube d'évent doit être soudé au puisard immédiatement après la mise en place de celui-ci, de façon à éviter toute infiltration d'eau intempestive dans le puisard. La soudure doit être isolée parfaitement par deux couches de bandes bitumées.

Si le puisard FW ACIER est installé dans un terrain à fort taux de nappe aquifère, il faudra éventuellement envisager des sécurités supplémentaires contre des forces ascensionnelles.

Impérativement avant le remblaiement de la fosse, la non-porosité du bitume doit être contrôlée sous 25 kV.

Si un compensateur annulaire est monté sur le puisard, celui-ci devra être protégé par un coussin.

4.10 Essais - Contrôles

Pendant le montage les contrôles suivants sont effectués :

- Après le déchargement des tubes, l'intégralité de l'enveloppe du tube FW ENVELOPPE ACIER doit être contrôlée avec un testeur d'isolement.
- Avant la mise en place du tube dans la tranchée, l'isolement de l'enveloppe du tube FW ENVELOPPE ACIER dans sa partie inférieure doit être contrôlée avec un testeur d'isolement (Paragraphe 4.2.).
- Contrôle radiographique des soudures du tube caloporteur selon les normes en vigueur, arrêtés du 6 décembre 1982 et du 24 mars 1978.
- Sur demande, un contrôle radiographique de la soudure du tube enveloppe peut être effectué.
- Contrôle d'étanchéité du tube enveloppe par air sous pression à 0,5 bar ou avec lunette à vide en contrôlant la soudure par application d'un produit moussant.
- L'enduit des tubes enveloppe, ainsi que les connexions de montage doivent être vérifiés impérativement avant le remblaiement de la tranchée avec un appareil de test d'isolement électrique (25 kV), ainsi que leur non-porosité et leur intégralité.

- Un procès-verbal sur la vérification de l'isolation du tube enveloppe doit être rédigé en commun avec la direction des travaux et remis au client.
- Immédiatement après la pose des tubes, l'air de l'espace annulaire est évacué au moyen de pompe à vide, de façon à ce que la pression dans l'espace annulaire ne soit que de 1 mbar. Cela permet de vérifier l'étanchéité du tube caloporteur et du tube enveloppe.
- Contrôle sous pression du réseau.
- Tout autre essai prévu par la réglementation en vigueur (en particulier arrêté du 6 décembre 1982 dans la mesure où il s'applique).

4.11 Raccordement à d'autres systèmes

Le raccordement à d'autres systèmes s'effectue dans un puisard ou chambre de vannes.

4.12 Détection de fuites

En option le système tube FW ENVELOPPE ACIER peut être équipé d'une installation de détection de fuite. Celle-ci détecte instantanément la présence d'humidité dans l'espace annulaire. L'information est enregistrée dans une centrale.

4.13 Remblaiement et repérage de la tranchée

Après avoir achevé les travaux de pose des tubes et les différents contrôles, la tranchée doit être remblayée avec du sable (0/7 grain rond) compacté à la main jusqu'au sommet du tube enveloppe.

Après la fin du remblayage partiel, un renouvellement doit être exécuté en commun avec la direction des travaux et l'entreprise de montage. Un procès-verbal doit être établi à ce sujet.

On doit veiller à ce que des vides non autorisés n'apparaissent pas au niveau de la canalisation. Si toutefois c'était le cas, ceux-ci doivent être éliminés.

Après avoir exécuté le renouvellement, il faut ramener et tasser à la main 15 cm de sable (0/7 grain rond) sur le sommet du tube FW ENVELOPPE ACIER.

L'ouverture restante de la tranchée doit être remplie avec les matériaux déblayés, puis tassée mécaniquement.

5. Mode d'exploitation commerciale du procédé

La société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH possède pour la France un réseau de partenaires disponible sous : www.fw-gmbh.de.

B. Références

Une liste de références a été fournie au secrétariat.

Figures du Dossier Technique

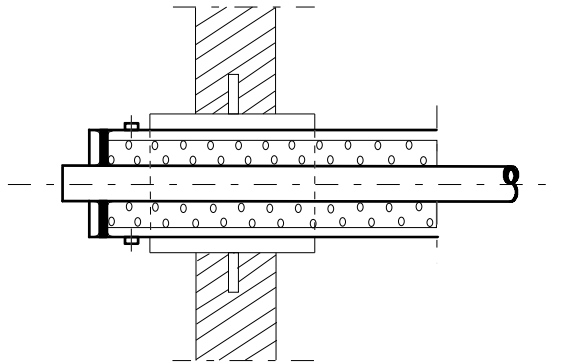


Figure 1 - Point fixe d'extrémité

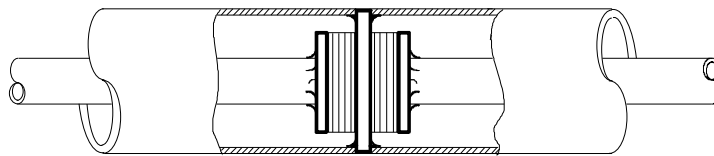


Figure 2 - Point fixe intermédiaire

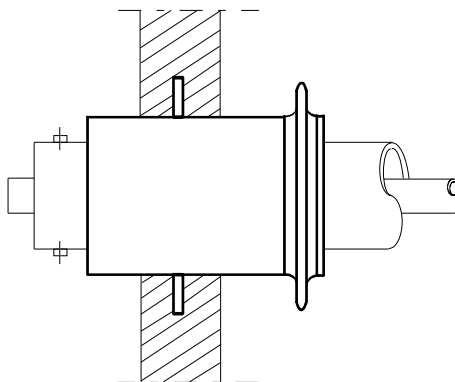


Figure 3 - Traversée murale

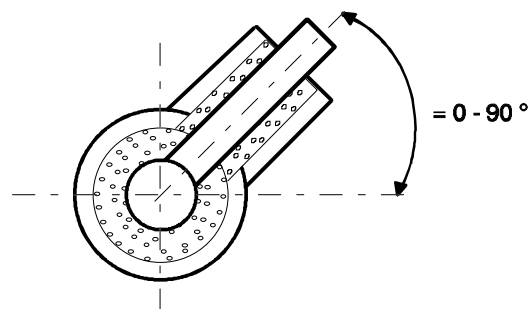


Figure 4 - Raccord en té

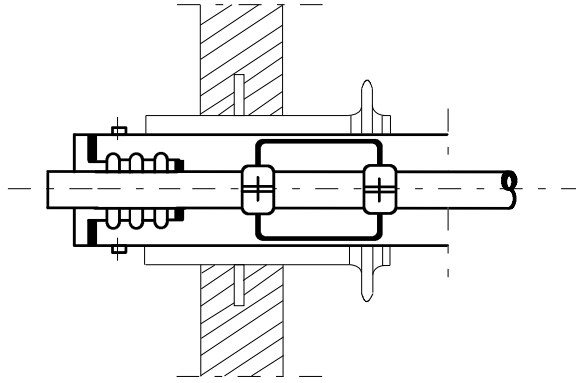


Figure 5 - Compensateur d'extrémité