

**Instructions de montage  
pour  
TUBE FW ENVELOPPE  
ACIER**

<b>1</b>	<b>Travaux publics .....</b>	<b>1</b>
1.1	Normes et directives.....	4
1.1.1	Normes.....	4
1.1.2	Distance par rapport à d'autres conduites.....	5
1.1.3	Tracés dans le domaine public .....	5
1.1.4	Travaux publics .....	5
1.1.5	Barrage, balisage du chantier.....	5
1.2	Réalisation de la tranchée .....	6
1.2.1	Compétences .....	6
1.2.2	Connexions de montage .....	6
1.2.3	Pente minimale de la conduite.....	6
1.2.4	Fond de la tranchée .....	7
1.2.5	Eaux de ruissellement et souterraines .....	7
1.2.6	Premier remblayage partiel .....	7
1.2.7	Deuxième remblayage partiel.....	7
1.2.8	Bande d'avertissement .....	7
1.2.9	Troisième remblayage partiel .....	7
<b>2</b>	<b>Montage des tubes .....</b>	<b>8</b>
2.1	Déchargement et stockage des TUBES FW ENVELOPPE ACIER .....	8
2.1.1	Contrôle à la réception du matériel.....	8
2.1.2	Déchargement du camion .....	8
2.1.3	Stockage .....	9
2.1.4	Capuchons de transport .....	10
2.2	Mise en place des TUBES FW ENVELOPPE ACIER dans la tranchée. 10	
2.2.1	Vérification de l'isolation du tube enveloppe.....	10
2.2.2	Marquage des tubes.....	10
2.2.3	Pose dans la tranchée.....	11
2.3	Soudage des tubes intérieurs .....	11
2.4	Précontrainte des tubes intérieurs .....	12
2.4.1	Compensateurs de dilatation naturelle .....	12
2.5	Radiographie du tube intérieur .....	14
2.6	Essai d'étanchéité et essai de pression du tube intérieur .....	14
2.6.1	Essai pneumatique d'étanchéité du tube intérieur .....	14
2.6.2	Essai hydraulique de pression du tube intérieur .....	14
2.7	Isolation du tube intérieur .....	15
2.8	Câbles de détection.....	15

2.9	Connexions des tubes enveloppes .....	16
2.9.1	Connexion des tubes enveloppes par demi-coquilles .....	16
2.9.2	Connexion des tubes enveloppes par étirage .....	16
2.9.3	Soudage des connexions de tubes enveloppes.....	17
2.10	Contrôle pneumatique de l'étanchéité du tube enveloppe .....	17
2.11	Post-isolation des tubes enveloppes.....	18
2.11.1	Post-isolation de tubes enveloppes bitumés .....	18
2.11.2	Post-isolation des tubes enveloppes à revêtement polyéthylène .....	19
2.11.3	Post-isolation au raccord bitume/polyéthylène.....	21
2.11.4	Post-isolation par bandes anti-corrosion.....	23
2.12	Vérification de l'isolation du tube enveloppe .....	23
<b>3</b>	<b>Éléments particuliers .....</b>	<b>24</b>
3.1	Traversées murales.....	24
3.2	Compensateurs axiaux dans le TUBE FW ENVELOPPE ACIER .....	25
3.3	Obturateurs pour compensateurs axiaux (AKV).....	25
3.4	Compensateurs angulaires et latéraux .....	26
3.5	CHAMBRES DE VISITE FW en acier.....	26
<b>4</b>	<b>Modifications et mise en service.....</b>	<b>27</b>
4.1	Modifications .....	27
4.2	Mise en service.....	27
4.3	Réobtention du vide dans le système .....	27

# Instructions de montage pour TUBE FW ENVELOPPE ACIER

Les instructions de montage pour TUBE FW ENVELOPPE ACIER ont été rédigées pour étendre le niveau élevé de qualité de la préfabrication du TUBE FW ENVELOPPE ACIER au domaine de la pose et pour répondre aux questions qui sont sans cesse posées au sujet de la pose de ce système de conduite. Le respect des présentes instructions est absolument indispensable pour que les droits de garantie puissent continuer à s'appliquer.

## 1 Travaux publics

### 1.1 Normes et directives

#### 1.1.1 Normes

Pour réaliser les travaux publics, il convient de respecter au moins les normes suivantes:

- DIN 1072      ponts de routes et passages supérieurs, supposition de charge
- DIN 4033      canalisations et conduites de tuyaux préfabriqués, directives pour l'exécution
- DIN 4124      fouilles et tranchées, talus, largeur de l'espace de travail, utilisation
- DIN 18300 -   prescriptions techniques générales - travaux de terrassement  
DIN 18303 - prescriptions techniques générales - travaux de coffrage de fouilles
- DIN 18304 -   prescriptions techniques générales - battage des pieux
- DIN 18305 -   prescriptions techniques générales - épuisement des eaux
- DIN 18307 -   prescriptions techniques générales - travaux de conduites souterraines de gaz et d'eau
- DIN 18308 -   prescriptions techniques générales - travaux de drainage
- DIN 18320 -   prescriptions techniques générales - travaux de jardinage paysagiste
- DIN 18330 -   prescriptions techniques générales - travaux de maçonnerie
- DIN 18337 -   prescriptions techniques générales - étanchéifications contre l'eau non sous pression

Il y a lieu de respecter les prescriptions générales de construction et les obligations imposées par les Autorités locales des travaux publics et lors de croisement de voies ferrées les directives correspondantes des autorités ferroviaires. En cas de pressions et de perforations, il y a lieu de respecter la fiche technique de l'association allemande des professionnels du gaz et de l'eau (DVGW).

Les directives et normes concernant les travaux publics mentionnées ici ne sont pas exhaustives. Les travaux sont à effectuer dans le respect des normes et règles techniques reconnues actuellement en vigueur.

Il convient en outre d'observer les instructions en matière de prévention des accidents et de sécurité du travail.

### 1.1.2 Distance par rapport à d'autres conduites

Toutes les dimensions indiquées sont respectivement mesurées sur le bord extérieur des tubes (source: AGFW, construction de réseaux de chauffage urbain, 5ième édition)

Distances minimales des installations de chauffage urbain par rapport à des conduites parallèles sur jusqu'à 5 m de longueur:

un câble de signalisation à 1 kV ou un câble de mesure	30 cm
plusieurs câbles à 10 kV ou un câble à 30 kV	60 cm
plusieurs câbles à 30 kV ou un câble à 60 kV	100 cm
conduites de gaz et d'eau	40 cm

Distances minimales des installations de chauffage urbain par rapport à des conduites parallèles sur plus de 5 m de longueur:

un câble de signalisation à 1 kV ou un câble de mesure	30 cm
plusieurs câbles à 10 kV ou un câble à 30 kV	70 cm
plusieurs câbles à 30 kV ou un câble à 60 kV	150 cm
conduites de gaz et d'eau	40 cm

Distances minimales des installations de chauffage urbain par rapport à des conduites perpendiculaires:

un câble de signalisation à 1 kV ou un câble de mesure	30 cm
plusieurs câbles à 10 kV ou un câble à 30 kV	60 cm
plusieurs câbles à 30 kV ou un câble à 60 kV	100 cm
conduites de gaz et d'eau	30 cm

### 1.1.3 Tracés dans le domaine public

Dans le cas de tracés passant dans le domaine public (à travers des rues, des places etc.), il faut agir en coopération avec les autorités locales. Ceci est notamment valable pour la mise en place de panneaux de signalisation.

### 1.1.4 Travaux publics

L'entreprise de travaux publics effectuant les travaux ne doit pas gêner le montage du TUBE FW ENVELOPPE ACIER.

Les gravats ne doivent être stockés que d'un seul côté du tracé.

### 1.1.5 Barrage, balisage du chantier

Les tranchées ouvertes ainsi que les puits doivent être barrés conformément aux prescriptions (directives de prévention des accidents/sécurité du travail) et éclairés de nuit si nécessaire.

## 1.2 Réalisation de la tranchée

### 1.2.1 Compétences

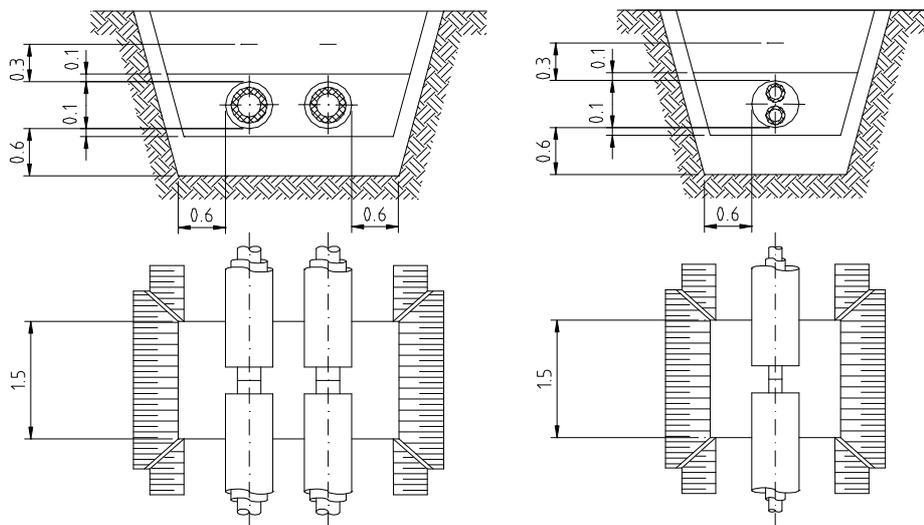
Le plan du tracé avec le profil de la tranchée pour la préfabrication et la pose du TUBE FW ENVELOPPE ACIER sera établi par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.

Le profil longitudinal ainsi que les coupes longitudinales seront réalisées par le bureau de planification ou par l'entreprise de travaux publics. L'entreprise de travaux publics est responsable du respect et du contrôle des mesures. Elle fait en sorte que tous les écarts ou toutes les particularités soient saisies pour être ensuite disponibles lors de la réalisation de la documentation de rectification.

### 1.2.2 Connexions de montage

Pour toutes les connexions de montage, des fosses de montage doivent être creusées suivant les dimensions minimales suivantes:

- Longueur: 150 cm dans l'axe du tube enveloppe, symétriquement par rapport à la connexion de montage
- Largeur: 60 cm de chaque côté du tube enveloppe ou des tubes enveloppes
- Profondeur: 60 cm sous le fond du tube enveloppe



### 1.2.3 Pente minimale de la conduite

Eau de chauffage urbain	1 ‰	(10 cm pour 100 m)
Vapeur dans le sens du flux	1 ‰	
Vapeur à contre-sens du flux	5 ‰	

#### 1.2.4 Fond de la tranchée

Le fond de la tranchée doit être recouvert d'une couche de sable tassée mécaniquement, d'au moins 10 cm d'épaisseur (0/7 grain rond), comme matelas pour le TUBE FW ENVELOPPE en ACIER.

Ensuite, après un renouvellement, la tranchée doit être remise à l'entreprise de montage des tubes.

#### 1.2.5 Eaux de ruissellement et souterraines

Les tranchées ainsi que les fosses de montage doivent être maintenues pendant toute la durée du montage exemptes d'eaux de ruissellement et souterraines par la société de travaux publics. Cette dernière est responsable en cas de coup d'eau sur le chantier.

#### 1.2.6 Premier remblayage partiel

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

Après la fin du remblayage partiel, un renouvellement doit être exécuté en commun entre la direction des travaux et l'entreprise de montage. Il convient d'en dresser procès-verbal.

Il y a lieu de veiller à ce que des vides non autorisés n'apparaissent pas au niveau de la conduite. Si c'est le cas, il convient de les éliminer avant de continuer le remblayage.

#### 1.2.7 Deuxième remblayage partiel

Après avoir effectué le renouvellement, il convient d'ajouter à la main jusqu'à 10 cm de sable (0/7 grain rond) sur le sommet du tube enveloppe et de le tasser.

#### 1.2.8 Bande d'avertissement

La bande d'avertissement fournie par FW doit être placée à 30 cm au dessus du sommet de chaque tube enveloppe.

#### 1.2.9 Troisième remblayage partiel

L'ouverture restante de la tranchée doit être comblée avec les matériaux déblayés, puis tassée mécaniquement. Il convient d'observer la fiche technique de remblaiement des tranchées de conduites dans le domaine des ponts et chaussées (éditée par: Communauté de recherche pour la voirie, Cologne, Groupe de travail: Travaux de terrassement)

## 2 Montage des tubes

### 2.1 Déchargement et stockage des TUBES FW ENVELOPPE ACIER

#### 2.1.1 Contrôle à la réception du matériel

Il convient de contrôler à l'arrivée des TUBES FW ENVELOPPE ACIER sur le chantier qu'ils ne présentent pas de dommages extérieurs. En outre, il y a lieu de vérifier que le chargement est complet. Tout manque éventuel doit être impérativement mentionné sur le bordereau de livraison.

Si l'on constate des dommages très importants, il y a lieu d'en informer sans délai le directeur de projet de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.

#### 2.1.2 Déchargement du camion

Le déchargement du camion est une tâche qui incombe à l'entreprise de pose des tubes. Pour le déchargement, il convient d'utiliser un matériel adéquat (p. ex. grue autoportée).

Les poids des longueurs standard de 12 m sont mentionnés dans le tableau ci-dessous. Les indications (en kg) résultent de la combinaison des diamètres de tube intérieur et de tube enveloppe mis en oeuvre. Les unités de 16 m de longueur pèsent en conséquence 1,33 fois plus.

Longueur standard 12 m	Tube enveloppe DN														
	100 114,3 x 3,6	150 168,3 x 4,5	200 219,1 x 4,5	250 273 x 5,0	300 323,9 x 5,6	350 355,6 x 5,6	400 406,4 x 6,3	500 508 x 6,3	600 610 x 6,3	700 711 x 7,1	800 813 x 8,0	900 914 x 10,0	1000 1016 x 10,0	1100 1120 x 12,5	1200 1220 x 12,5
Tube intérieur DN															
25 33,7x2,6	163	283	378	525	697	779	997	1315	1664	2201	2840	3843	4418	5833	6527
50 60,3x2,9		305	400	547	719	801	1019	1337	1686	2222	2862	3865	4440	5854	6549
100 114,3x3,6			455	602	774	865	1074	1393	1741	2278	2917	3920	4496	5910	6604
150 168,3x4,5				681	853	935	1153	1471	1820	2356	2996	3999	4574	5988	6683
200 219,1x4,5					892	975	1193	1511	1860	2396	3036	4039	4614	6028	6723
250 273,0x5,0						1048	1266	1584	1933	2469	3109	4112	4687	6101	6796
300 323,9x5,6							1354	1672	2021	2557	3197	4200	4775	6189	6884
400 406,4x6,3								1805	2154	2691	3330	4333	4909	6323	7017
500 508x6,3									2212	2749	3388	4391	4967	6381	7075
600 610x6,3										2778	3417	4420	4996	6410	7104
700 711x7,1											3582	4585	5160	6575	7269
800 813x8,0												4792	5368	6782	7476
900 914x10,0													5890	7304	7999
1000 1016x10,0														7328	8023

Le levage des TUBES FW ENVELOPPE ACIER ne doit s'effectuer qu'à l'aide de sangles de levage en tissu (largeur minimale 150 mm).

Lors du déchargement des TUBES FW ENVELOPPE ACIER, il faut vérifier l'isolation du tube enveloppe à l'aide d'un testeur d'isolement à 25 kV. Réparer aussitôt toute partie éventuellement endommagée.

### 2.1.3 Stockage

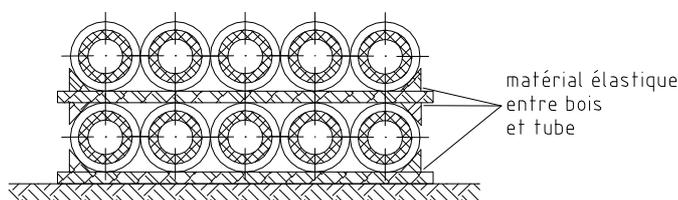
Au cas où les TUBES FW ENVELOPPE ACIER livrés ne seraient pas immédiatement positionnés dans les tranchées, il convient pour le stockage de veiller à ce que les ensembles ne soient empilés les uns sur les autres que de la manière suivante:

- Tube enveloppe jusqu'à DN (diam. nominal) 300, trois couches maximum
- Tube enveloppe supérieur à DN 300, deux couches maximum
- Tube enveloppe supérieur à DN 500, une couche maximum

Il convient de veiller à ce 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 au contact du sol.

Dans le cas d'ensembles avec une traversée murale, il faut particulièrement veiller à ce que la traversée murale n'ait aucun contact avec le sol et ne repose pas sur un madrier.

De plus, il convient de veiller à ce que la marque se trouvant en haut du tube enveloppe soit dans la position 12 heures lors du stockage et du transport, afin que les porte-tubes installés dans le TUBE FW ENVELOPPE ACIER soient utilisés en conséquence.



Il convient d'empêcher que les TUBES FW ENVELOPPE ACIER ne roulent sur le côté.

Les piles de tubes doivent être placées à une distance suffisante de la tranchée afin que la stabilité statique des parois de la tranchée ne soient pas mise en péril (v. 1.1.4)

Si les TUBES FW ENVELOPPE ACIER doivent être stockés sur une durée prolongée, il y a lieu de veiller à ce qui suit:

En cas d'ensoleillement intensif, il y a lieu de recouvrir d'une bâche blanche les TUBES FW ENVELOPPE ACIER, notamment au niveau des isolations complémentaires (sur des pièces moulées telles que coudes ou réductions).

En cas de pluie persistante, il y a également lieu de recouvrir les TUBES FW ENVELOPPE ACIER bitumés afin que les marquages d'ensembles appliqués sur la surface bitumée enrobée de chaux blanche restent encore visibles sans problème.

Si, contre toute attente, les marquages fait en usine sont illisibles, il convient d'en informer absolument la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.

## 2.1.4 Capuchons de transport

Les capuchons de transport placés par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH pour le tube intérieur et le tube enveloppe de doivent être enlevés que lors du commencement effectif du montage. Ces capuchons de transport restent la propriété de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH et doivent lui être rendus une fois la pose des tubes effectuée. Les capuchons manquants ou endommagés devront être remboursés.

## 2.2 Mise en place des TUBES FW ENVELOPPE ACIER dans la tranchée

### 2.2.1 Vérification de l'isolation du tube enveloppe

Avant la mise en place des TUBES FW ENVELOPPE ACIER dans les tranchées, l'isolation du tube enveloppe doit être testée à l'aide d'un testeur d'isolement à 25 kV. Réparer aussitôt toute partie éventuellement endommagée.

### 2.2.2 Marquage des tubes

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

BE = numéro d'ensemble (ordre séquentiel).

BV = numéro de connexion de montage. Les ensembles se suivant portent le même numéro BV.

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

OBEN Chaque tube enveloppe est pourvu de la mention OBEN (= DESSUS)

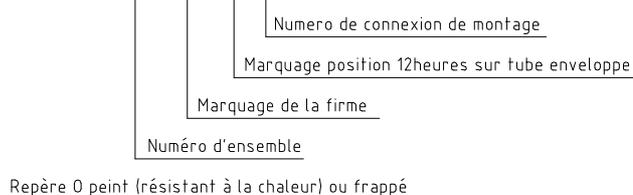
O Chaque tube intérieur est marqué aux deux extrémités, à la partie supérieure, d'un repère O en couleur ou d'un « O » frappé.

Lors du positionnement des différents ensembles, il convient de veiller à ce que les marquages du tube enveloppe et du tube intérieur doivent se trouver en position 12 heures.

Aller



Retour



### 2.2.3 Pose dans la tranchée

Les TUBES FW ENVELOPPE ACIER doivent toute de suite être amenés dans la position prévue au fond de la tranchée.

Les ensembles ne doivent pas être posés sur des madriers.

Les tubes doivent être maintenus dans leur position par du sable tassé par endroits sur les côtés.

Il convient d'étancher les connexions de montage à l'air libre de telle sorte que même en cas de coup d'eau intempêtif (p. ex. orage, rupture de conduite), ni eau ni impropres ne puissent pénétrer dans le tube intérieur ou dans le tube enveloppe (utiliser manchettes, film plastique, ruban adhésif).

### 2.3 Soudage des tubes intérieurs

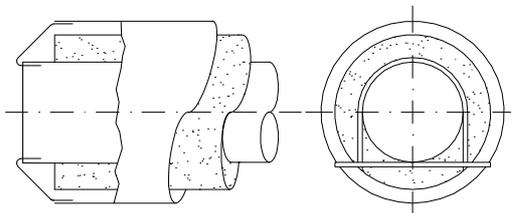
Le soudage du tube intérieur ne doit être effectué que par des soudeurs titulaires du certificat valable conf. DIN EN 287. Il y a lieu d'observer les règles reconnues et les normes DIN de technique de soudage. Les certificats de soudeur doivent être présentés au mandant avant le début du montage.

Les pattes de soudage jusqu'à une épaisseur de paroi de 2,9 mm sont livrées sans chanfrein de soudage, les pattes de soudage d'une épaisseur de paroi supérieure à 3,2 mm le sont avec un chanfrein de soudage conf. à la norme DIN 2559, forme de fente 22.

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 (v. croquis ci-dessous) ne doivent être retirés qu'après le positionnement en place des tubes dans la tranchée, leur alignement et si possible la fixation du tube intérieur. Pour les conduites à précontraindre, les sécurités de transport seront retirées dès après l'alignement des tubes intérieurs. Il faut s'assurer qu'un déplacement du tube enveloppe n'est plus possible (si nécessaire, remplissage partiel y compris la compression de la ligne de tubes).

Aux endroits où est effectuée une précontrainte du tube intérieur, il convient de ne souder le tube intérieur qu'après avoir effectué la précontrainte (v. point 2.4.)



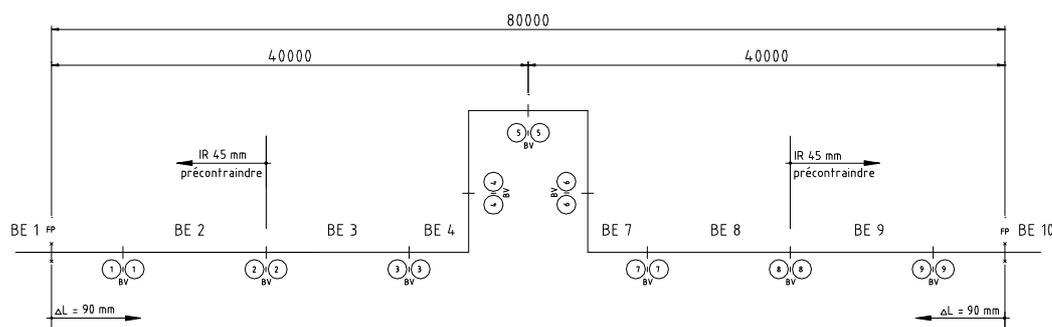
## 2.4 Précontrainte des tubes intérieurs

### 2.4.1 Compensateurs de dilatation naturelle

La précontrainte ne doit être effectuée qu'après avoir installé et soudé la section complète du tracé y compris les points fixes. Il convient de veiller particulièrement à ce que le tube enveloppe ne se déplace pas lors de la précontrainte. Il y a lieu de protéger les points fixes et les éléments coudés contre un éventuel déport. Il convient également de tenir compte du point 2.3 (enlèvement des dispositifs de sécurité pour le transport et remplissage partiel du dispositif).

Les valeurs de précontrainte indiquées dans le plan de montage FW sont à respecter absolument.

Exemple : Précontrainte en coude U

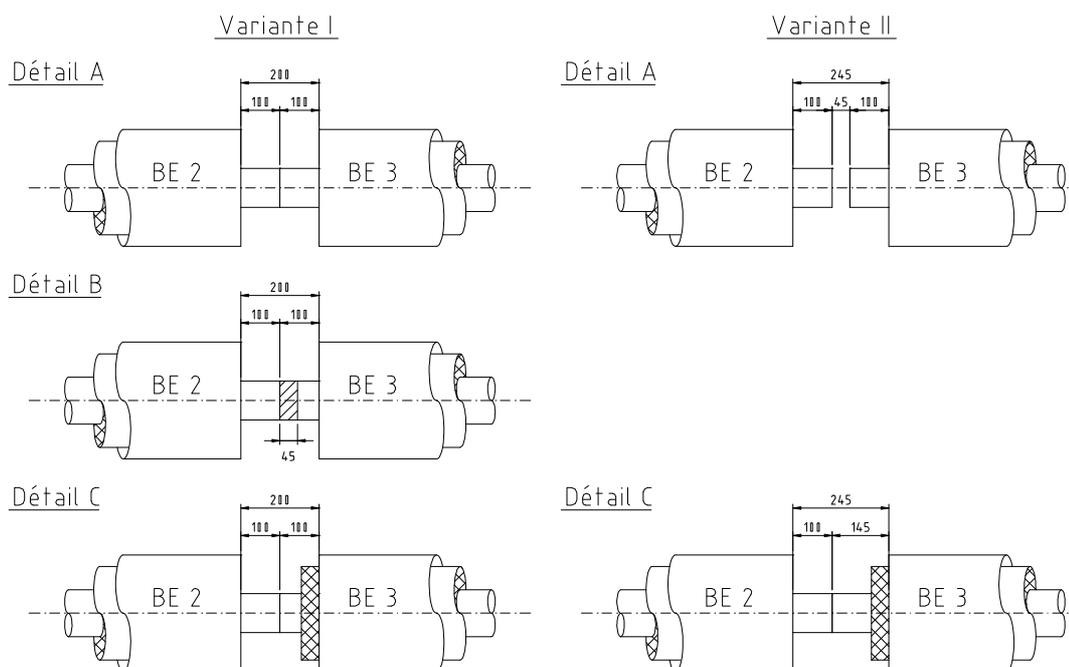


Variante I:

- Souder les tubes intérieurs à toutes les connexions de montage sauf 2 et 8.
- Protéger les tubes enveloppes contre d'éventuels déports.
- Enlever les dispositifs de sécurité pour le transport aux connexions de montage 2 et 8 (v. détail A).
- Raccourcir le tube intérieur de l'élément 3 (connexion de montage 2) et de l'élément 8 (connexion de montage 8) de 45 mm (v. détail B).
- Chanfreiner le tube intérieur des éléments 3 et 8.
- Tirer le tube intérieur de l'élément 3 jusqu'à l'élément 2 et le tube intérieur de l'élément 8 jusqu'à l'élément 9 avec un outil approprié jusqu'à obtention de la largeur de fente de soudage prescrite (v. détail C). Pour la précontrainte conviennent particulièrement les colliers de précontrainte qui seront prêtés sur demande par FW. Ils se composent de deux paires de demi-colliers qui sont reliés entre eux par des tiges filetées.

## Variante II:

Il n'est plus nécessaire de raccourcir les tubes intérieurs étant donné que les éléments ont déjà été positionnés avec l'écart nécessaire (45 mm dans le présent exemple) lors de la mise en place dans la tranchée.



Les compensateurs de dilatation en forme de L et en Z sont précontraints suivant le même procédé.

Si éventuellement des points fixes auxiliaires aux endroits des fermetures de compensateurs axiaux (p. ex. pour les traversées murales) ont été montés en usine, il convient de contrôler, avant et après la précontrainte, qu'ils soient parfaitement ajustés. La position de ces points fixes auxiliaires ne doit pas avoir changé après la précontrainte.

## 2.5 Radiographie du tube intérieur

Le nombre de radiographies est en général fixé par le mandant. L'analyse des radiographies se fait, à l'exception toutefois d'une prescription divergente, conformément à la norme DIN EN 25817, groupe d'évaluation B.

## 2.6 Essai d'étanchéité et essai de pression du tube intérieur

### 2.6.1 Essai pneumatique d'étanchéité du tube intérieur

Au cas où, en raison du déroulement du montage, un essai pneumatique d'étanchéité partielle serait nécessaire, ce dernier sera à effectuer à une pression de 0,5 à 1,5 bar au maximum en respectant les consignes de sécurité correspondantes. En règle générale, ce procédé est valable pour les tubes intérieurs d'un diamètre nominal (DN) < 200.

Pour les tubes intérieurs d'un diamètre nominal (DN) > 200, l'essai pneumatique d'étanchéité s'effectuera à l'aide d'une gueule à vide.

### 2.6.2 Essai hydraulique de pression du tube intérieur

La pression hydraulique lors de l'essai s'élève en général à 1,5 fois la pression de service (toutefois à 1,3 fois la pression nominale au maximum). Les données correspondantes pour la pression d'essai et le niveau de pression nominale sont mentionnées sur le plan de tracé FW et doivent être respectées.

L'essai de pression est à effectuer – sauf si le mandant en a décidé autrement – de la façon suivante :

- Remplir la conduite, puis faire suivre d'un temps de stabilisation d'environ 4 heures. Il est ensuite procédé à l'essai de pression proprement dit pendant 10 heures.
- Il convient de veiller à ce que la conduite soit suffisamment purgée de son air pendant les opérations de remplissage et de stabilisation. La pression d'essai doit être surveillée à l'aide d'un manomètre de précision de classe 0,6 et enregistrée à l'aide d'un manomètre enregistreur.
- Un procès-verbal portant sur l'essai pneumatique et l'essai hydraulique sera dressé en compagnie de la direction des travaux. Il sera ensuite remis au mandant.
- L'essai de pression doit être effectué selon la directive VdTÜV, fiche technique 1051 – Essai hydraulique de pression de conduites enterrées –.

Remarques relatives aux points 2.6.1 et 2.6.2

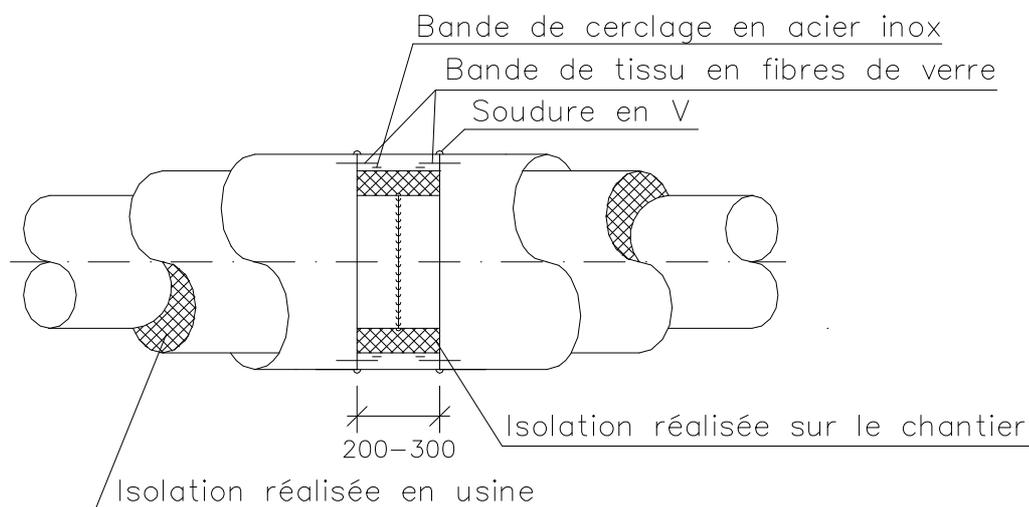
Si des compensateurs axiaux sont installés dans le TUBE FW ENVELOPPE ACIER, il y a lieu de tenir compte de consignes particulières d'exécution lors des essais de pression pneumatique et hydraulique (v. 2.4.2).

## 2.7 Isolation du tube intérieur

Après radiographie et après avoir contrôlé la pression et l'étanchéité des tubes intérieurs, le tube intérieur doit de nouveau être isolé aux endroits de connexion de montage à l'aide des coquilles isolantes livrées avec les tubes.

Il convient de veiller à ce qu'aucune fente n'intervienne entre la coquille isolante montée et l'isolation réalisée en usine. Il y a lieu de fixer à chaque connexion de montage l'enveloppe isolante au tube intérieur à l'aide des deux bandes de cerclage en acier inox livrées avec les tubes.

Il convient de veiller à ce que seules soient installées des coquilles isolantes sèches et en parfait état. En cas de températures de service dépassant 200°C, l'isolation est à réaliser en deux enveloppes disposées en quinconce.



Juste après l'isolation du tube intérieur, il y a lieu de recouvrir à nouveau cet endroit afin que ni eau ni impuretés ne puissent pénétrer dans l'espace annulaire ou dans le dispositif isolant de l'élément, v. également le point 2.2.3.

L'isolation du tube intérieur doit être protégée au niveau de la ligne de soudure à l'aide d'une protection contre le soudage (tissu en fibres de verre livré avec les tubes) avant de commencer le soudage des tubes enveloppes.

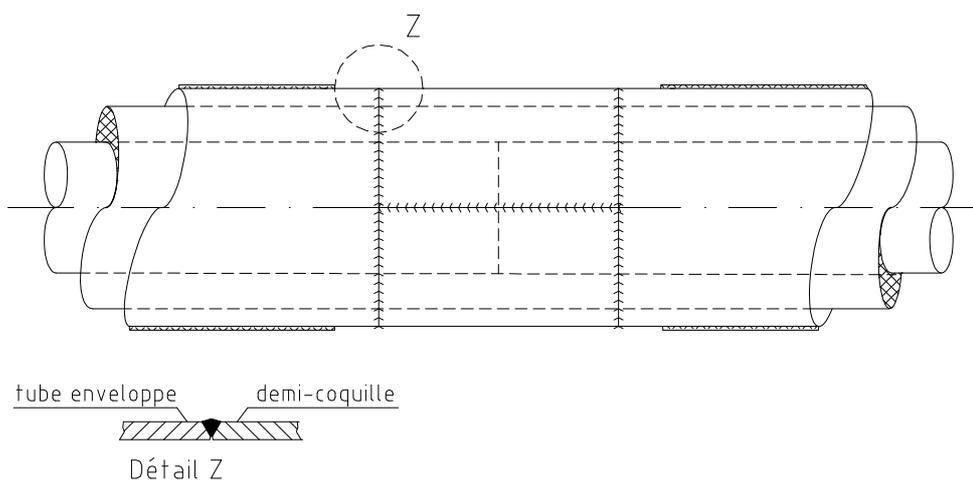
## 2.8 Câbles de détection

Dans le cas de TUBES FW ENVELOPPE ACIER avec câble de détection, la connexion des câbles de détection dans les connexions de montage s'effectue avant de refermer les endroits de montage du tube enveloppe. Pour l'exécution des connexions des câbles de détection et les précautions à prendre pour protéger les câbles de détection contre les brûlures occasionnées par le soudage, il convient d'observer les « Conseils de montage des câbles de détection ».

## 2.9 Connexions des tubes enveloppes

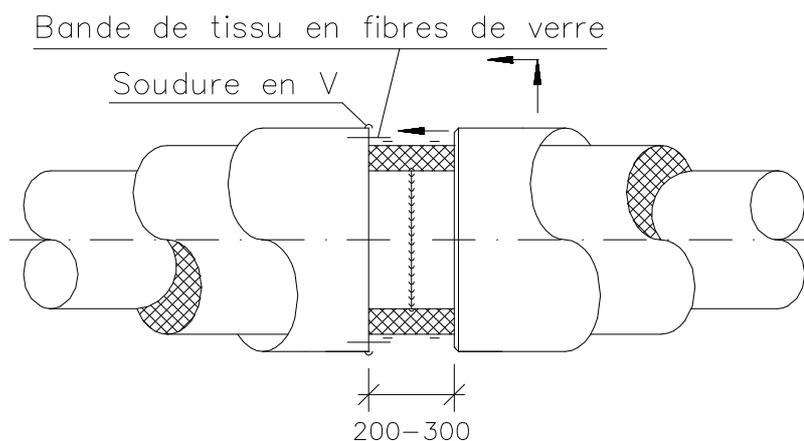
### 2.9.1 Connexions des tubes enveloppes par demi-coquilles

Avec ce type de connexion, la longueur nécessaire est coupée à partir du tube enveloppe fourni par FW et emboîtée dans la connexion de montage.



### 2.9.2 Connexion des tubes enveloppes par étirage

Lors de l'étirage, le tube enveloppe est soulevé et étiré vers le tube enveloppe voisin. Ce procédé est à utiliser avec un soin extrême. Il convient notamment de veiller à ce que les points fixes et les éléments coudés ne changent pas de position. De même, les unités dans lesquelles une plaque d'appui (LP) a été montée ne doivent pas être étirées.



### 2.9.3 Soudage des connexions de tubes enveloppes

Lors du soudage des connexions de tubes enveloppes, il convient, indépendamment du procédé utilisé, d'observer ce qui suit :

- L'isolation du tube intérieur, notamment les câbles de détection, doit être munie d'une protection contre le soudage (v. 2.7).
- Les différentes soudures de tubes enveloppes ne doivent être exécutées que par des soudeurs qualifiés titulaires d'un certificat conf. DIN EN 287 en vigueur.
- Les tubes enveloppes doivent toujours être soudés électriquement. La soudure peut aussi bien être ascendante que descendante.
- Les préparatifs de soudage pour les soudures en V doivent être de telle sorte qu'une impeccable passe à la racine, de remplissage et de finition soit possible.
- Il faut faire particulièrement attention au point d'intersection soudure circulaire/soudure longitudinale.
- Les différentes soudures de tubes enveloppes doivent être exécutées étanches au gaz. L'exécution correcte des soudures doit être assurée par radiographie. L'évaluation des soudures radiographiées s'effectue, sauf en cas de prescription contraire, conformément à la norme DIN EN 25817, groupe d'évaluation C.

### 2.10 Contrôle pneumatique de l'étanchéité du tube enveloppe

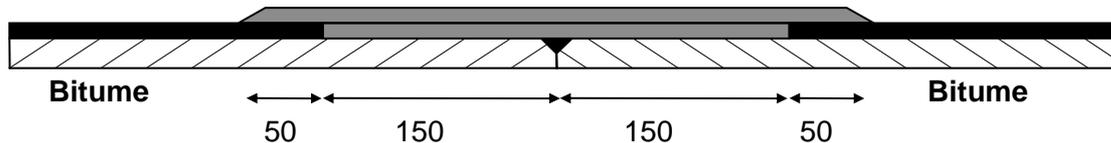
Après avoir terminé la connexion du tube enveloppe, cette dernière sera soumise à un essai d'étanchéité à l'air comprimé entre 0,5 et 1,0 bar de surpression. Ce faisant, les soudures doivent être contrôlées à l'aide d'un agent moussant.

Le contrôle de l'étanchéité des tubes enveloppes d'un diamètre nominal DN > 200 peut également s'effectuer à l'aide d'une gueule à vide.

## 2.11 Post-isolation des tubes enveloppes

### 2.11.1 Post-isolation des tubes enveloppes bitumés

La post-isolation des connexions de tubes enveloppes bitumés réalisées sur chantier s'effectue à l'aide de la bande bitumée Kebulin GW/HT livrée avec les tubes.



#### Préparation

- aux extrémités des tubes à souder, ôter sur une longueur d'au moins 300 mm (isolation comprise) toute graisse, huile, impureté et rouille friable
- ôter le revêtement de bitume (réalisé en usine) sur une longueur de 150 mm
- souder les tubes; enlever ensuite les scories et perles de soudure
- chauffer à une température d'env. 40°C à l'aide d'une flamme propane le secteur non isolé et respectivement 100 mm du secteur voisin isolé au bitume
- appliquer au pinceau ou au rouleau à peinture une mince couche d'apprêt livré avec les tubes (apprêt Kebusol HT ou équivalent) sur la surface non isolée et les surfaces enrobées en usine sur respectivement 70 mm environ

#### 1<sup>ère</sup> couche de bande bitumée



Après 3-5 min. environ, appliquer la première couche de bande bitumée (bande bitumée Kebulin GW/HT ou équivalent) sur le tube encore chaud:

- couper la bande bitumée à la longueur correspondante (circonférence du tube)
- chauffer d'un côté à la flamme propane jusqu'à ce qu'une couche d'une épaisseur d'env. 1 mm ait fondu pour devenir visqueuse
- appliquer sur la surface non isolée en tirant, sans laisser de plis et bien appuyer à la main  
(Si la bande bitumée est trop étroite, utiliser plusieurs bandes sans chevauchement, égaliser ensuite les bandes bitumées bord à bord avec un enduit chauffé).

#### 2<sup>ème</sup> couche de bande bitumée

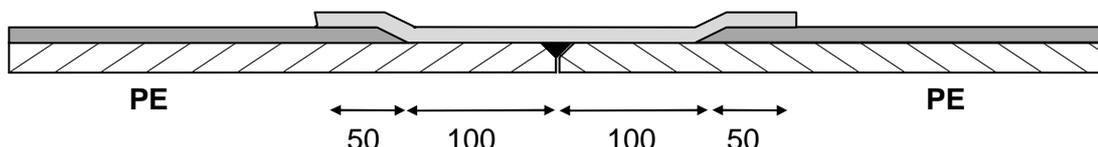


Appliquer sans attendre la deuxième couche de bande bitumée. L'enrobage de bitume réalisé en usine est inclus des deux côtés sur une largeur d'env. 50 mm dans la post-isolation.

- chauffer à la flamme propane la première couche jusqu'à ce que l'agent de séparation (film plastique ou talc) soit fondu ou ait été absorbé par la bande bitumée
- appliquer la bande en opérant comme pour la première couche
- rechauffer encore une fois la bande bitumée et égaliser à l'aide d'une spatule chauffée

### 2.11.2 Post-isolation des tubes enveloppes à revêtement polyéthylène

La post-isolation des connexions de tubes enveloppes à revêtement polyéthylène réalisées sur chantier s'effectue à l'aide du ruban rétractable Canusa WLO livré avec les tubes.



#### Préparation

- aux extrémités des tubes à souder, ôter sur une longueur d'au moins 300 mm (isolation comprise) toute graisse, huile, impureté et rouille friable
- Lorsque le matériau rétractable à mettre en oeuvre est déjà disponible sous forme de manchette prête à l'emploi (tuyau), il convient de glisser alors celle dernière sur le tube revêtu de polyéthylène car un montage ultérieur n'est plus possible. Dans ce cas, le tube revêtu de polyéthylène doit être nettoyé sur une longueur d'au moins 1,5 m. Il convient de recouvrir la manchette ainsi mis en place pour la protéger des perles de soudure et de la surchauffe.
- ôter le revêtement de polyéthylène (réalisé en usine) sur une longueur de 100 mm
- souder les tubes; enlever ensuite les scories et perles de soudure
- chauffer à une température d'env. 40° C à l'aide d'une flamme propane le secteur non isolé et respectivement 100 mm du secteur voisin isolé au polyéthylène
- gratter au papier de verre grossier les tubes revêtus de polyéthylène sur une longueur de 200 mm

#### Manchette/ruban rétractable



a) Traitement des manchettes rétractables préfabriquées (tuyau):

- chauffer à la flamme propane la zone à entourer sur une largeur d'env. 400 mm à une température d'env. 60° C
- ôter la feuille de protection de la manchette rétractable
- enfilez par le milieu la manchette rétractable sur la zone à entourer
- Chauffer la manchette rétractable radialement et régulièrement du milieu vers l'extérieur afin d'en faire sortir l'air et l'humidité vers les côtés. Le marquage jaune prend un couleur orangée lorsque la température est correcte. L'opération de rétractation est terminée lorsque la manchette rétractable est entièrement lisse et ne présente plus de bulles d'air.

b) Traitement du ruban rétractable Canusa WLO (marchandise au mètre):

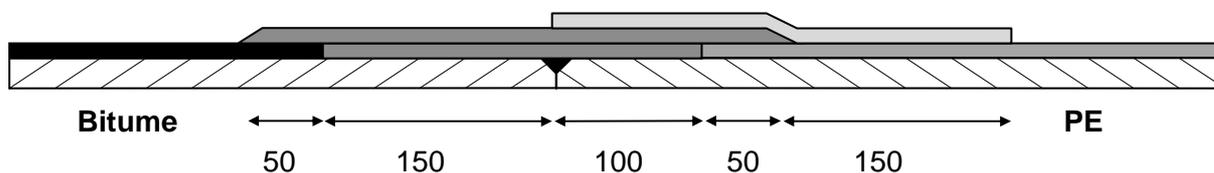
- chauffer à la flamme propane la zone à entourer sur une largeur d'env. 400 mm à une température d'env. 60°C
- couper du rouleau le ruban rétractable nécessaire, en ménageant un chevauchement d'environ 100 mm de plus que la circonférence du tube
- ôter la feuille de protection du ruban rétractable
- chauffer légèrement le ruban et le placer autour du tube
- ôter la feuille de protection du ruban de fermeture CLS
- Chauffer le ruban de fermeture du côté adhésif, le placer au milieu sur la jointure et le souder avec précaution à la flamme propane. Bien appuyer à la main de manière répétée le ruban de fermeture. On obtient une manchette.
- Chauffer la manchette rétractable radialement et régulièrement du milieu vers l'extérieur afin d'en faire sortir l'air et l'humidité vers les côtés. Le marquage jaune prend un couleur orangée lorsque la température est correcte. L'opération de rétractation est terminée lorsque la manchette rétractable est entièrement lisse et ne présente plus de bulles d'air.

- **Contrôle de la manchette rétractable**

La manchette doit être appliquée tout autour bien lisse et sans bulles d'air, la colle doit avoir été exprimée tout autour de la circonférence du tube sur l'isolation en polyéthylène, le chevauchement nécessaire sur l'isolation en polyéthylène doit être d'au moins 50 mm.

### 2.11.3 Post-isolation au raccord bitume-polyéthylène

La post-isolation au raccord bitume-polyéthylène est à réaliser comme suit:



#### Préparation

- aux extrémités des tubes à souder, ôter sur une longueur d'au moins 500 mm (isolation comprise) toute graisse, huile, impureté et rouille friable
- Lorsque le matériau rétractable à mettre en oeuvre est déjà disponible sous forme de manchette prête à l'emploi (tuyau), il convient de glisser alors celle dernière sur le tube revêtu de polyéthylène car un montage ultérieur n'est plus possible. Dans ce cas, le tube revêtu de polyéthylène doit être nettoyé sur une longueur d'au moins 1,5 m. Il convient de recouvrir la manchette ainsi mis en place pour la protéger des perles de soudure et de la surchauffe.
- ôter le revêtement de bitume sur une longueur de 150 mm et le revêtement de polyéthylène sur une longueur de 100 mm
- souder les tubes; enlever ensuite les scories et perles de soudure
- chauffer à une température d'env. 40° C à l'aide d'une flamme propane le secteur non isolé et respectivement 100 mm du secteur voisin isolé au bitume
- appliquer au pinceau ou au rouleau à peinture une mince couche d'apprêt livré avec les tubes (apprêt Kebusol HT ou équivalent) sur la surface non isolée et les surfaces enrobées en usine sur respectivement 70 mm environ

#### 1<sup>ère</sup> couche de bande bitumée



Après 3-5 mn. environ, appliquer la première couche de bande bitumée (bande bitumée Kebulin GW/HT ou équivalent) sur le tube encore chaud:

- couper la bande bitumée à la longueur correspondante (circonférence du tube)
- chauffer d'un côté à la flamme propane jusqu'à ce qu'une couche d'une épaisseur d'env. 1 mm ait fondu pour devenir visqueuse
- appliquer sur la surface non isolée en tirant, sans laisser de plis et bien appuyer à la main  
(Si la bande bitumée est trop étroite, utiliser plusieurs bandes sans chevauchement, égaliser ensuite les bandes bitumées bord à bord avec un enduit chauffé).

### 2<sup>ème</sup> couche de bande bitumée

Appliquer sans attendre la deuxième couche de bande bitumée. L'enrobage de bitume réalisé en usine est inclus des deux côtés sur une largeur d'env. 50 mm dans la post-isolation.

- chauffer à la flamme propane la première couche jusqu'à ce que l'agent de séparation (film plastique ou talc) soit fondu ou ait été absorbé par la bande bitumée
- appliquer la bande en opérant comme pour la première couche
- rechauffer encore une fois la bande bitumée et égaliser à l'aide d'une spatule chauffée

### Manchette/ruban rétractable



a) Traitement des manchettes rétractables préfabriquées (tuyau):

- chauffer à la flamme propane la zone à entourer (transition enrobage polyéthylène réalisé en usine – deuxième couche de bande bitumée) sur une largeur de 400 mm
  - à une température d'env. 60°C pour l'enrobage polyéthylène réalisé en usine
  - à une température d'env. 50°C pour la deuxième couche de bande bitumée
- ôter la feuille de protection de la manchette rétractable
- enfilez par le milieu la manchette rétractable sur la transition enrobage polyéthylène réalisé en usine – deuxième couche de bande bitumée
- Chauffer la manchette rétractable radialement et régulièrement du milieu vers l'extérieur afin d'en faire sortir l'air et l'humidité vers les côtés. Le marquage jaune prend un couleur orangée lorsque la température est correcte. L'opération de rétractation est terminée lorsque la manchette rétractable est entièrement lisse et ne présente plus de bulles d'air. Du côté isolé au bitume, il y a lieu d'agir avec une précaution particulière afin d'éviter que le bitume ne goutte ce qui réduirait la couche de protection à un degré non autorisé.

b) Traitement du ruban rétractable Canusa WLO (marchandise au mètre):

- chauffer à la flamme propane la zone à entourer (transition enrobage polyéthylène réalisé en usine – deuxième couche de bande bitumée) sur une largeur de 400 mm
  - à une température d'env. 70°C pour l'enrobage polyéthylène réalisé en usine
  - à une température d'env. 55°C pour la deuxième couche de bande bitumée
- couper du rouleau le ruban rétractable nécessaire, en ménageant un chevauchement d'environ 100 mm de plus que la circonférence du tube
- ôter la feuille de protection du ruban rétractable
- chauffer légèrement le ruban et le placer autour du tube
- ôter la feuille de protection du ruban de fermeture CLS
- Chauffer le ruban de fermeture du côté adhésif, le placer au milieu sur la jointure et le souder avec précaution à la flamme propane. Bien appuyer à la main de manière répétée le ruban de fermeture. On obtient une manchette.
- Chauffer la manchette rétractable radialement et régulièrement du milieu vers l'extérieur afin d'en faire sortir l'air et l'humidité vers les côtés. Le marquage jaune prend un couleur orangée lorsque la température est correcte. L'opération de rétractation est terminée lorsque la manchette rétractable est entièrement lisse et ne présente plus de bulles d'air. Du côté isolé au bitume, il y a lieu d'agir avec une précaution particulière afin d'éviter que le bitume ne goutte ce qui réduirait la couche de protection à un degré non autorisé.

- **Contrôle de la manchette rétractable**

La manchette doit être appliquée tout autour bien lisse et sans bulles d'air, la colle doit avoir été exprimée tout autour de la circonférence du tube sur l'isolation en polyéthylène, le chevauchement nécessaire sur l'isolation en polyéthylène doit être d'au moins 50 mm.

#### 2.11.4 Post-isolation par bandes anti-corrosion

La post-isolation à l'aide de la bande DENSOLEN S 40 convient surtout pour la protection contre la corrosion au niveau des parties coudées et des raccords car elle s'adapte bien à la surface d'application.

##### **Préparation**

- aux extrémités des tubes à souder, ôter toute graisse, huile, impureté et rouille friable
- appliquer sur une largeur respective d'env. 70 mm une couche d'apprêt DENSOLEN Primer HT sur la surface métallique et la partie voisine enrobée en usine
- suivant la température et les déplacements d'air, laisser sécher l'apprêt HT pendant env. 5 à 10 minutes

##### **Enroulement intérieur**

- Enrouler en la tirant bien la bande DENSOLEN S 40 en spirale autour du tube avec le côté gris vers le métal en laissant au moins 50 % de chevauchement. Il y a lieu ce faisant de retirer le film intercalaire de séparation. Enrouler également sur le revêtement réalisé en usine sur une largeur de 50 mm des deux côtés.

##### **Enroulement extérieur**

- répéter la même opération que pour l'enroulement intérieur, mais en le laissant que 10 à 20 mm de chevauchement

##### **Solution alternative pour les tubes droits à partir de DN 250**

- A l'aide d'un enrouleur automatique spécial, il est possible de réaliser la totalité du bobinage anti-corrosion en une seule opération avec un chevauchement de 67 %. Dans ce cas, il est nécessaire d'utiliser une bande DENSOLEN de 100 mm de largeur. Le revêtement réalisé en usine se trouve alors embobiné sur une largeur de 100 mm des deux côtés.

#### 2.12 Vérification de l'isolation du tube enveloppe

Il convient de vérifier l'enduit des tubes enveloppes ainsi que les connexions de montage quant à l'absence de porosité et leur intégrité juste avant le remblaiement de la tranchée, à l'aide d'un testeur d'isolement à 25 kV. Réparer toute partie éventuellement endommagée.

Un procès-verbal portant sur la vérification de l'isolation du tube enveloppe sera dressé en compagnie de la direction des travaux. Il sera ensuite remis au mandant.

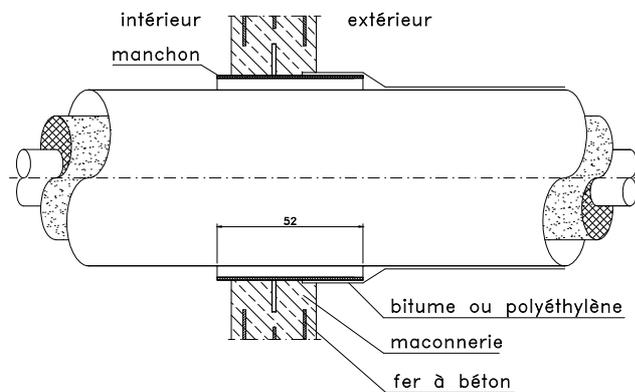
## 3 Éléments particuliers

### 3.1 Traversées murales

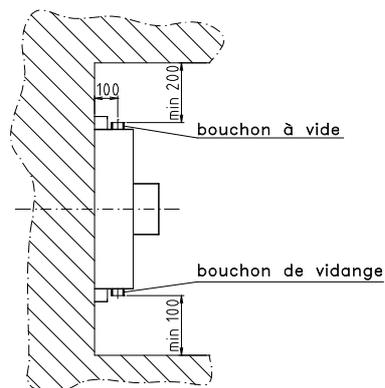
Les traversées murales dont les manchons sont enduits de Prodoral EW 99 (matière plastique composite à deux composants, à base de résine époxyde ) doivent être vérifiées avant et après le montage, à l'aide d'un testeur d'isolement (5 kV ). D'éventuels dommages sont à réparer à l'aide de Prodoral EW 99. Il convient de procéder ensuite à un nouveau contrôle. Il y a également lieu de veiller à ce qu'il n'existe aucun contact électriquement conducteur entre les fers à béton et la traversée murale.

Si des compensateurs annulaires sont montés sur les traversées murales, ils doivent être rembourrés par le client lors du montage d'un matériau résistant à la putréfaction.

traversée murale:



Les bouchons de vidange et à vide des tubes enveloppes doivent être librement accessibles.

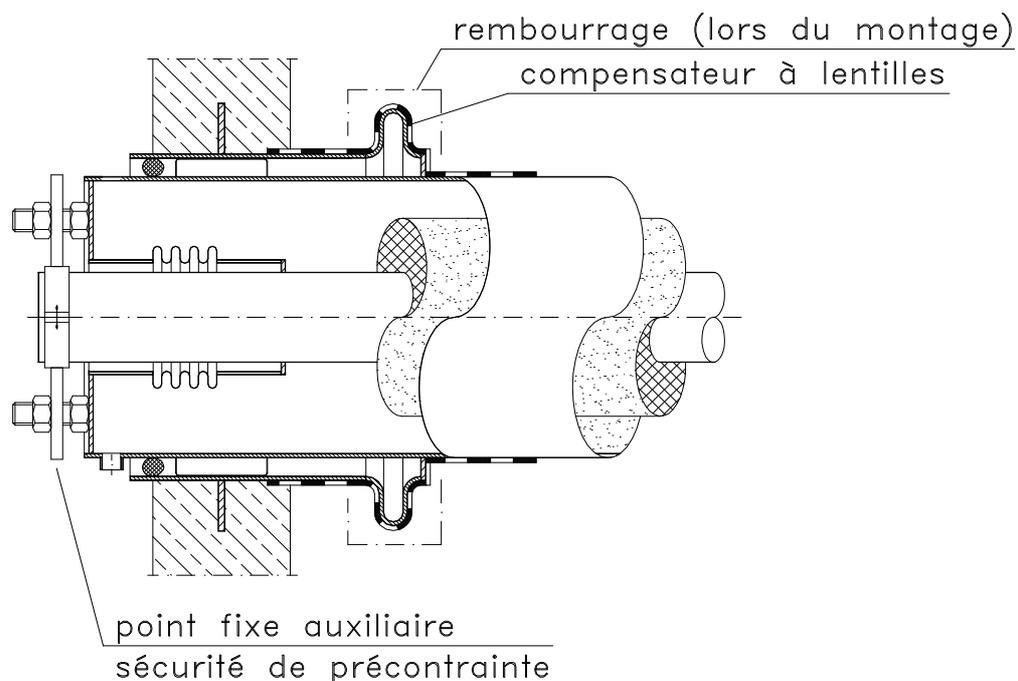


### 3.2 Compensateurs axiaux dans le TUBE FW ENVELOPPE ACIER

Si des compensateurs axiaux sont montés en usine dans les éléments de montage de TUBE FW ENVELOPPE ACIER, ces derniers sont en règle générale mis en précontrainte en usine et munis d'une sécurité de précontrainte. Cette sécurité de précontrainte se compose d'un collier qui est boulonné sur le tube intérieur et de fers plats soudés dessus qui assurent la liaison avec le tube enveloppe. Cette sécurité de précontrainte ne doit être démontée qu'au moment où le tube intérieur et le tube enveloppe sont intimement fixés sur un point fixe

### 3.3 Obturateurs pour compensateurs axiaux (AKV)

Des obturateurs de type étanche au vide contiennent des compensateurs axiaux comme moyen d'étanchéité élastique. Si nécessaire, ces compensateurs sont mis en précontrainte en usine. La sécurité de précontrainte ne doit être démontée qu'au moment où les tubes intérieurs et les tubes enveloppes sont intimement fixés entre eux. Ceci implique que les tubes intérieurs ont déjà été mis en précontrainte aux endroits prescrits.



### 3.4 Compensateurs angulaires et latéraux

Lors du montage de compensateurs angulaires et latéraux, il y a lieu de respecter les consignes particulières imposées par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. Ces consignes varient respectivement d'un projet à l'autre.

Lors des essais de pression, il convient absolument de respecter les instructions de montage du constructeur de compensateurs respectif et de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. En particulier, le tube intérieur doit être soudé des deux côtés du compensateur jusqu'aux points fixes et les points fixes doivent être assurés contre tout déplacement.

### 3.5 CHAMBRES DE VISITE FW en acier

Lors du montage des CHAMBRES DE VISITE FW en acier. Il y a lieu de respecter ce qui suit:

- Le fond de la tranchée doit être recouvert d'une couche de sable tassée, d'au moins 15 cm d'épaisseur (0/7 grain rond).
- Lorsque des chambres de visite sont installées au niveau de la nappe phréatique, il est nécessaire que les chambres de visite soient pourvues d'une sécurité supplémentaire contre la force ascensionnelle. Si l'on installe une collerette de béton supplémentaire dans la partie inférieure de la chambre de visite comme sécurité contre la force ascensionnelle, il convient de veiller à ce qu'une couche de polystyrène de 15 cm d'épaisseur soit placée entre le béton et la surface de bitume tropicalisé. Les masses de béton à mettre en oeuvre sont imposées par la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH.
- Avant de descendre la chambre de visite dans la tranchée, il y a lieu de contrôler son isolation en bitume tropicalisé à l'aide d'un testeur d'isolement à 25 kV qu'elle n'est pas endommagée. Réparer aussitôt toute partie éventuellement endommagée.
- Les oeillets de transport montés sur le couvercle de la chambre de visite doivent être démontés après la descente de cette dernière dans la tranchée. Il convient de réenduire avec soin de deux couches de bitume les interfaces et de tester le dispositif à 25 kV.
- Il convient de souder sur la chambre de visite, juste après la descente de cette dernière dans la tranchée, les événements d'aération et de ventilation livrés non montés, afin d'empêcher toute pénétration d'eau. Il convient également de réenduire la soudure de deux couches de bitume tropicalisé et de tester le dispositif à 25 kV.
- Le dome d'accès est muni d'une longueur d'ajustage de 0,5 m. Il convient d'amener le dome à la hauteur définitive sur le chantier et de le souder sur le couvercle de la chambre de visite. Il y a également lieu de réenduire la soudure de deux couches de bitume tropicalisé.
- Si des compensateurs annulaires sont montés sur les traversées de chambres de visite, ils doivent être rembourrés par le client lors du montage.
- Juste avant le remblaiement de la tranchée, il y a lieu de contrôler à 25 kV la non-porosité de l'enduit bitumé. Réparer aussitôt toute partie éventuellement endommagée.
- Le sable servant à remblayer la tranchée doit être appliqué par couches et convenablement tassé afin qu'il n'en résulte pas entre autres de contrainte de cisaillement sur les manchons tubulaires.

## 4 Modifications et mise en service

### 4.1 Modifications

Toute modification par rapport au plan de montage lors de la pose du TUBE FW ENVELOPPE ACIER doit par principe faire avant exécution l'objet de l'accord de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. Toute modification doit absolument être documentée et la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH doit en être informée pour mise à jour de ses documents de révision.

### 4.2 Mise en service

La mise en service n'est autorisée qu'après achèvement du montage de la conduite et remblaiement de la tranchée.

Avant la mise en service, il y a lieu de faire effectuer une mise sous vide de l'espace annulaire à une pression absolue de 1 mbar par un technicien de mise sous vide de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. Afin de raccourcir la durée de la mise sous vide, il convient de chauffer temporairement le tube intérieur à une faible température (100° C) . Le technicien de mise sous vide obture tous les bouchons comme il faut et dresse un procès-verbal de mise sous vide mentionnant les indications de mesure de montée en pression. Ce procès-verbal doit être signé par le mandant. Le taux de fuite admissible recommandé dans la directive AGFW ne doit pas être dépassé.

Une mise en service de la conduite sans mise sous vide ne peut avoir lieu qu'avec l'accord express de la société FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH. Dans ce cas, la température d'exploitation maximale admissible doit éventuellement être limitée par le constructeur. Il y a alors lieu de veiller à ce que les obturateurs des tubes enveloppes soient ouverts afin de permettre une évaporation. Si des signes de présence d'eau dans l'espace annulaire apparaissent, il faut absolument évacuer cette eau sans délai.

Les données d'exploitation indiquées sur les plans de tracé FW ne doivent pas être dépassées.

La mise en service doit être effectuée d'après les règles reconnues de la technique.

### 4.3 Réobtention du vide dans le système

Il convient de contrôler à intervalles réguliers (au moins une fois par an) la pression dans l'espace annulaire du TUBE FW ENVELOPPE ACIER. En cas de faible augmentation de la pression (100 mbars), une réobtention du vide dans le système en vue de réduire les pertes de chaleur est de la décision de l'exploitant. En cas de nette augmentation de la pression (500 mbars), il y a lieu de consulter le constructeur sans délai.



FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH



FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH

Grafftring 2 - 6  
29227 CELLE  
ALLEMAGNE

B.P. 35 65  
29235 CELLE  
ALLEMAGNE

Téléphone: +49(0) 5141/8 88 88-0  
Télécopie: +49(0) 5141/8 88 88-22