



## Instructions de pose pour tubes en acier soudés



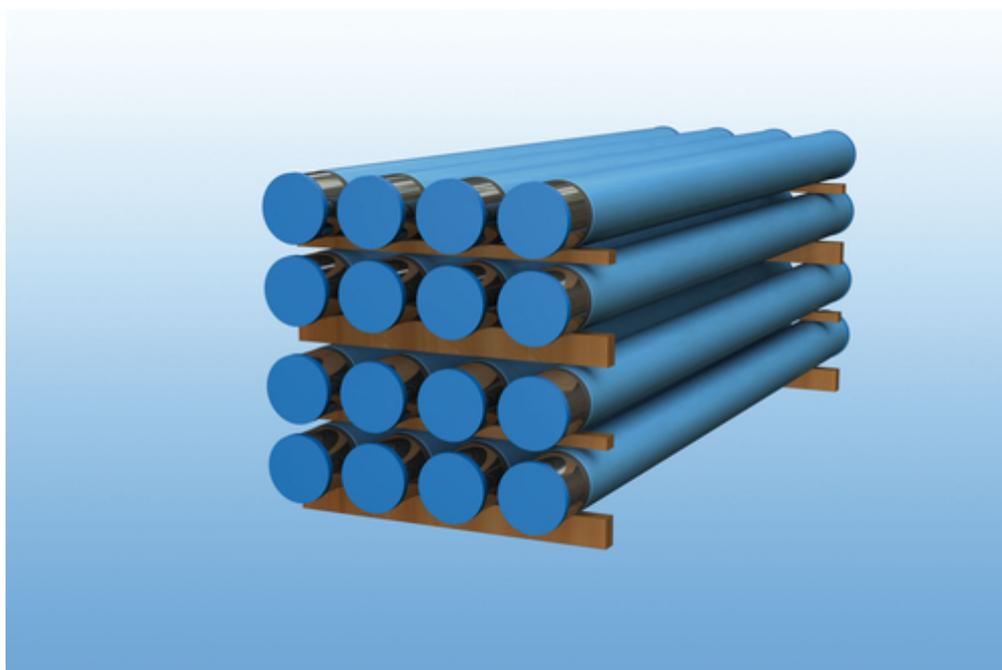
Les présentes instructions de pose contiennent des informations sur la pose et la reconstitution du revêtement extérieur des tubes en acier assemblés par soudage. Elles complètent les règles techniques en vigueur généralement acceptées comme par ex. EN 805 et la DVGW Fiche technique W 400 pour les canalisations d'eau et DIN EN 12007 et DIN EN 1594 ainsi que les règles techniques DVGW G 462 et G 463 pour les canalisations de gaz.

- [Transport et stockage](#)
- [Tranchées et lit de pose](#)
- [Montage](#)
  - [Assemblages des tubes](#)
  - [Soudage des tubes](#)
  - [Réfections](#)
  - [Reconstitution](#)
  - [Coupes](#)
  - [Application](#)
  - [Changements de direction](#)
  - [Contrôle](#)
  - [Réparations](#)
- [Pose sans tranchées](#)
  - [Revêtement chantier](#)
  - [Réalisation des extrémités des tubes coupés](#)
- [Essai de pression](#)
- [Colliers de prise](#)

## Transport et stockage

Les composants des conduites doivent être protégés contre les détériorations. Ne jamais utiliser d'élingues à arêtes vives ni de câbles métalliques pour les manutentionner. N'utiliser que du matériel garantissant un levage et une descente sans à-coups. Eviter de laisser tomber ou de faire rouler les tubes.

Les élingues doivent être conçues de manière à éviter de détériorer les composants des conduites ou leur protection extérieure (utiliser par ex. des sangles larges ou des câbles rembourrés). Les tubes munis de capuchons de manutention peuvent être soulevés à leurs extrémités à l'aide de crochets adaptés. Les élingues doivent être suffisamment espacées pour exclure tout fléchissement inadmissible, ainsi que les déformations en résultant.



Pendant leur transport et leur stockage, les composants des canalisations doivent être séparés par des couches intermédiaires appropriées et suffisamment bien fixés pour leur éviter de rouler, de se déplacer, de fléchir et de vibrer. Leur empilage doit être conforme à leur longueur et s'effectuer par exemple sur des bois équarris ou des poutres d'une largeur minimale de 100 mm, les cales en bois fournies avec les tubes sont à utiliser de préférence.

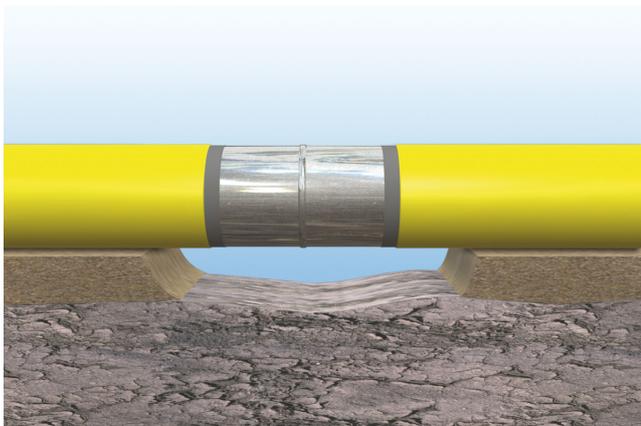
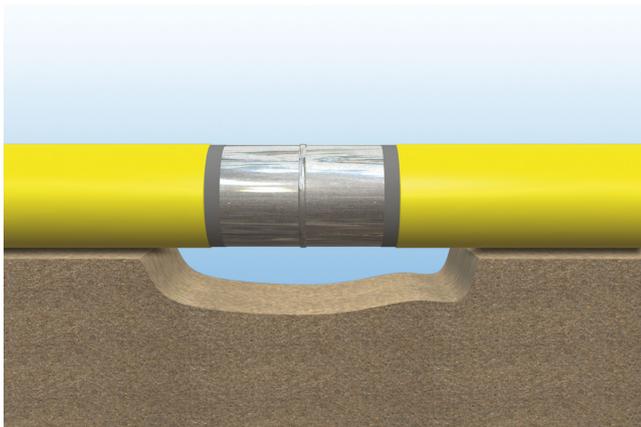
Les surfaces de chargement doivent être ébavurées et dépourvues d'arêtes vives et, si nécessaire, doivent être rembourrées pour éviter toute détérioration. Les composants des canalisations doivent rester bouchés par des capuchons d'extrémité, afin d'éviter leur contamination par la terre, la boue, les eaux souillées, etc.

Les supports et hauteurs d'empilage doivent être conformes aux règlements de prévention des accidents applicables et exclure tout risque d'endommagement des composants des conduites. La portance et la nature du sol sont à prendre en compte. La hauteur d'empilage indicative est de 2,0 à 3,5 mètres.

Les composants des canalisations revêtus d'un enrobage en polyéthylène sans autre protection extérieure, comme par exemple un revêtement en mortier de fibrociment antiroche, doivent être protégés contre l'ensoleillement en cas de stockage d'une durée supérieure à un an.

## Tranchées et lit de pose

Les tubes en acier avec joints soudés peuvent être posés soit individuellement soit en colonnes présoudées. Avant la descente des tubes, le fond de la fouille doit être aménagé de telle sorte que la canalisation soit supportée solidement et uniformément sur toute sa longueur. Les supports ponctuels sont à éviter en raison de la répartition irrégulière de la pression en résultant. Les excavations nécessaires pratiquées sous les raccords doivent être préparées de manière à permettre une réalisation et un contrôle des raccords dans les règles de l'art :



Les déblais excavés constituent généralement un support approprié. Les conduites pourvues d'un revêtement thermoplastique ne doivent pas être posées directement sur des sols pierreaux ou rocheux. Dans de tels cas, la tranchée doit être creusée à une plus grande profondeur de manière à pouvoir y déposer une couche de matières compactables appropriées exemptes de roches. En cas de sols non porteurs, des mesures de sécurité supplémentaires doivent être prises le cas échéant.

Les tubes revêtus de polyéthylène et de polypropylène doivent être posés sur des matières non pierreaux. Des couches de sable, de sable graveleux, de sol tamisé ou toutes autres matières appropriées peuvent être utilisées à cette fin et compactées si nécessaire. Les granulométries suivantes sont recommandées en fonction des conditions de pose et des matières constituant le lit de pose :

Pose avec compactage		Pose sans compactage	
Grain rond (sable/gravier)	Grain concassé (gravillon/ballast)	Grain rond (sable/gravier)	Grain concassé (gravillon/ballast)
0 à 4 mm max. 8 mm	0 à 5 mm max. 8 mm	0 à 8 mm max. 16 mm	0 à 5 mm max. 8 mm

Les matières du lit de pose et les courbes de tamisage susmentionnées sont des recommandations conformes aux normes applicables. D'autres matériaux d'assise aux propriétés comparables, ou dont l'aptitude à être utilisés dans les conditions prévues est avérée, peuvent également être utilisés.

Dans le cas des tubes en acier avec revêtement extérieur en polyéthylène et revêtement extérieur supplémentaire en mortier de fibrociment antiroche, les matières excavées peuvent être utilisées pour remblayer la tranchée. Si le compactage est prescrit, les matières utilisées doivent être compactables et la hauteur de recouvrement doit être au moins égale à trois fois la taille du plus gros grain de matériau de remblayage.

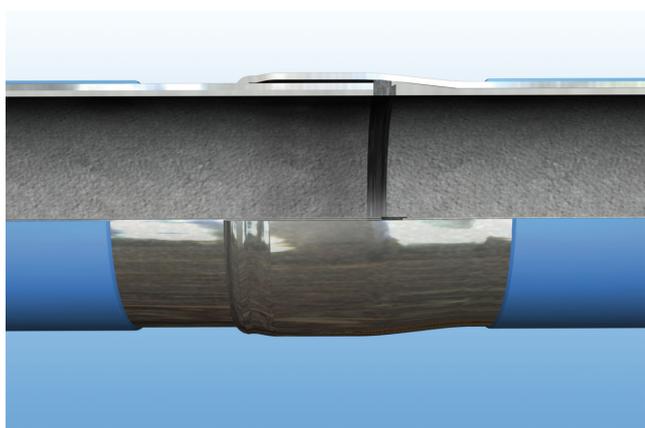
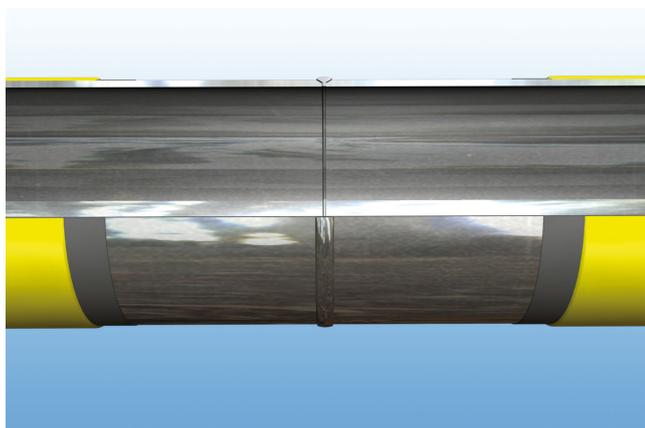
# Montage

- Assemblages des tubes
- Soudage des tubes
- Réfections
- Reconstitution
- Coupes
- Application
- Changements de direction
- Contrôle
- Réparations

## Assemblages des tubes

Deux types de joints de soudure peuvent être utilisés :

le joint soudé bout à bout et le joint slip-joint :



Les tubes à joints soudés bout à bout sont généralement utilisés pour les canalisations de gaz et d'eau potable alors que le joint slip-joint peut être utilisé comme alternative avec les fluides aqueux agressifs. Ce joint présente l'avantage de conférer une protection interne continue aux tubes assemblés.

En outre et en particulier au niveau des tubes de conduites en pose aérienne, vous avez possibilité de disposer de produits d'assemblage amovibles ( tels que collets ou brides ) . Pour plus d'informations ( en anglais ) cliquer [ici](#).

# Soudage des tubes

La norme EN 12732 et la DVGW Fiche technique GW 350 contiennent des informations sur la fabrication, le contrôle et l'évaluation des joints de soudure.

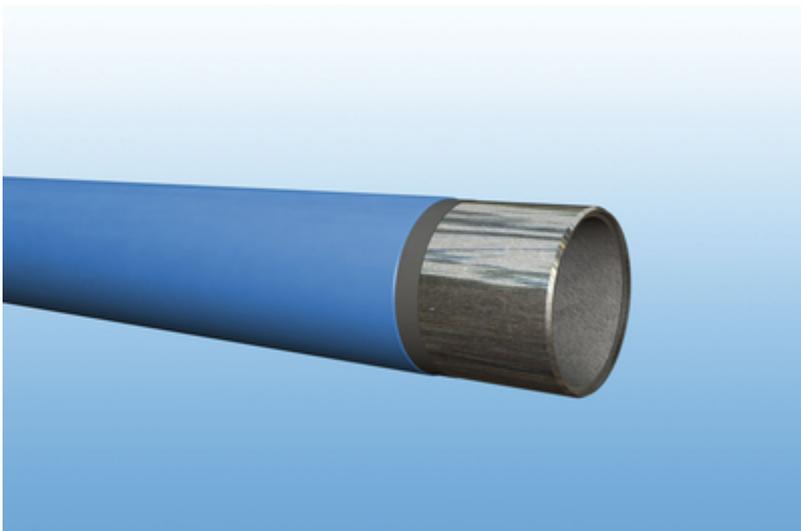
Les exigences à remplir par l'entreprise de soudage, en liaison par exemple avec le système d'assurance qualité, dépendent de l'utilisation envisagée pour les conduites et du niveau de qualité associé à celles-ci (de A à D). Les soudeurs doivent être homologués selon DIN EN 287-1 pour les techniques de soudage, les matériaux et les dimensions prévus et être détenteurs d'un certificat de qualification en cours de validité.

En fonction des exigences et des conditions de soudage, les procédés de soudage appropriés sont le soudage manuel à l'arc (procédé 111 selon EN ISO 4063), le soudage TIG (procédé 141), le soudage MAG au gaz actif (procédé 135) ou le soudage oxyacétylénique (procédé 311).

Le soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée est le procédé de soudage sur chantier le plus répandu. La norme ISO 2560 préconise d'utiliser des électrodes à enrobage basique ou cellulosique. Ce procédé est utilisé pour toutes les passes de soudage (première passe, deuxième passe, passe de finition) et toutes les positions de soudage. Il convient particulièrement bien au soudage vertical descendant. L'atmosphère bien contrôlée est en outre un avantage déterminant pour le soudage sur chantier.

Les procédés TIG et MAG ne conviennent que dans certaines limites au soudage sur chantier en raison de la sensibilité de l'atmosphère contrôlée aux conditions atmosphériques et seront par conséquent plutôt utilisés pour le soudage en atelier. En raison de leur automatisation poussée, ces deux procédés se prêtent remarquablement au soudage orbital, le soudage TIG étant, quant à lui, également utilisé pour les premières passes en raison de la qualité élevée des soudures qu'il permet d'obtenir.

Le soudage autogène au gaz est utilisé pour des tubes de DN 150 maximum dans toutes les positions de soudage sauf le soudage vertical descendant. Ce mode de soudage a tendance à être moins utilisé en raison de sa rentabilité relativement faible.



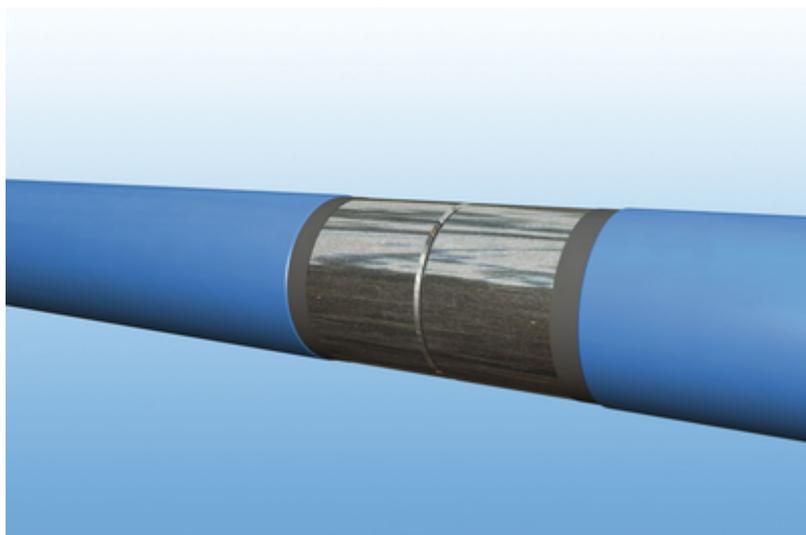
## Tubes pour conduites d'eau

Les tubes pour conduites d'eau sont généralement soudés selon les mêmes paramètres que les tubes pour conduites de gaz. Un certain nombre de points supplémentaires doivent cependant être respectés en raison du revêtement intérieur en mortier de ciment dont sont pourvus les tubes pour conduites d'eau.

Les joints soudés bout à bout notamment ne devraient être réalisés que par soudage manuel à l'arc ou TIG (pour la première passe) en raison du faible apport de chaleur.

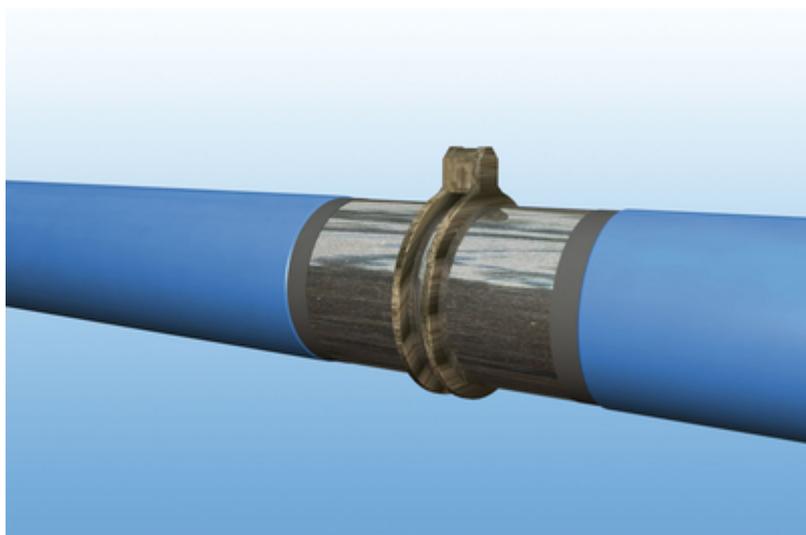
Pour le soudage manuel à l'arc avec électrode cellulosique des tubes pour conduites d'eau, on utilisera une électrode E 42 2 C 25 conforme à ISO 2560 (par ex. Thyssen CEL 70 pour une limite d'élasticité jusqu'à 360 N/mm<sup>2</sup>).

Afin de limiter l'apport de chaleur, la première passe doit être soudée au pôle négatif en sélectionnant le courant de soudage le plus faible possible. Le soudage s'effectue en commençant par les sections inférieures du tube (par ex. à partir de la position 3 heures à 6 heures et de la position 9 heures à 6 heures), puis par la moitié supérieure du tube. Les passes de remplissage et de finition sont réalisées à partir de la position 12 à 6 heures.



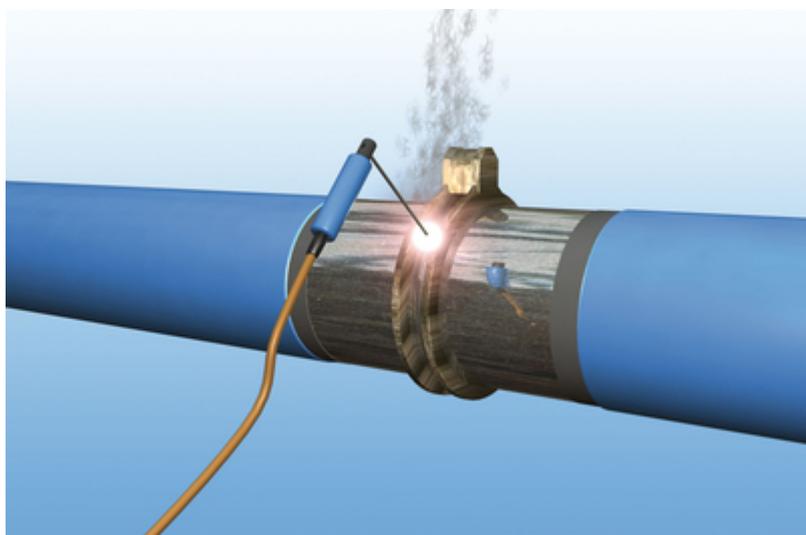
Mode opératoire pour réaliser un joint de soudure :

1. Avant leur soudage, les bords doivent être nettoyés pour éliminer toute protection de la surface, la rouille et autres impuretés. L'enlèvement du revêtement (complet avec l'adhésif) sur une zone équivalente à 10 fois l'épaisseur de paroi, ou au moins sur 100 mm, fait partie de cette opération.
2. Les manchons (des tubes avec joint slip-joint) et les manchons coulissants (des tubes à connexion par joint coulissant) doivent être chauffés à la température de forgeage si nécessaire et leur circonférence complète doit être préparée sur une longueur minimale de 30 mm de sorte que la fente à la racine soit la plus petite possible (ajustage serré).



3. Installation du dispositif de centrage. Utiliser un dispositif de centrage du type mandrin d'alignement externe pour les tubes d'environ DN 300 maximum. La première passe peut ainsi être complètement déposée sans qu'il soit nécessaire de desserrer les mors du mandrin. Pour de grandes dimensions et fortes épaisseurs de tubes, il est recommandé d'utiliser un dispositif de centrage intérieur pneumatique ou hydraulique.

4. En fonction des conditions de soudage et du matériau des tubes utilisé, les extrémités des tubes doivent être préchauffées comme prescrit dans les instructions de soudage.



5. Soudage de l'extrémité des tubes : la zone de la soudure doit être protégée contre les influences défavorables (comme par ex. la poussière, les salissures, la graisse et l'eau) ainsi que de la pluie et du vent. Les soudures doivent être exécutées en deux passes minimum (les soudures peuvent être réalisées en une seule passe en cas de soudage autogène au gaz et pour une épaisseur de paroi maximum d'environ 3,6 mm). La soudure doit être réalisée rapidement et sans interruptions notables jusqu'à la passe de finition.

Le courant de soudage recommandé est fonction du diamètre de l'électrode :

	Diamètre de l'électrode (mm)	Intensité du courant (A)
<b>Première passe</b>	2,5 ou 3,2	50-80 ou 80-130
<b>Deuxième passe / passe de remplissage</b>	4,0	120-180

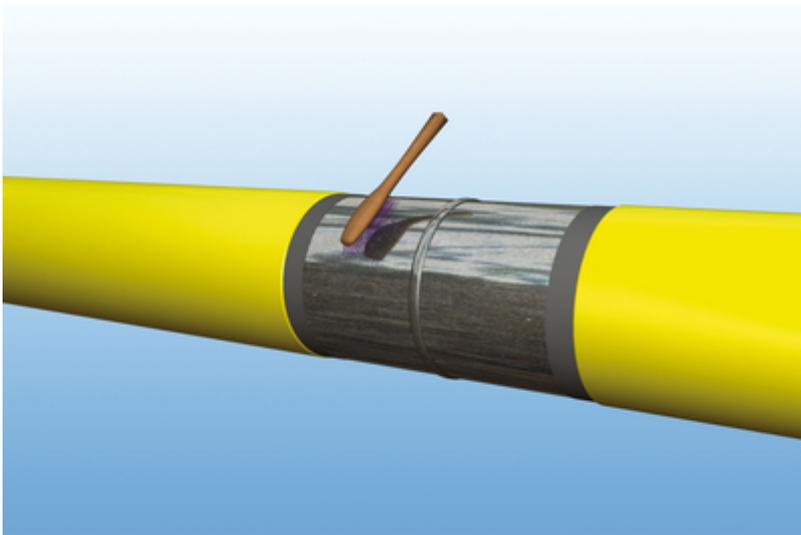
### Tubes pour conduites de gaz

Les recommandations pour le soudage des conduites d'eau sont également applicables au soudage des conduites de gaz. Cependant, avec des nuances d'acier à résistance mécanique plus élevée selon EN ISO 3183 notamment, les particularités des alliages et de leur procédé de fabrication doivent être prises en compte lors du soudage. Les paramètres de soudage et les opérations post-soudage nécessaires, c.à.d. la protection contre l'humidité, doivent être adaptés à l'épaisseur du matériau, à l'apport de chaleur et définis en conséquence dans les instructions de soudage.

## Réfections des joints sur le chantier

Le revêtement thermoplastique dans la zone du joint est complété par des bandes de protection anticorrosion (polyéthylène, caoutchouc butyle ou combinaisons) ou des matériaux thermorétractables (manchettes thermorétractables, flexibles thermorétractables ou bandes applicables à chaud) selon DIN 30672. Pour les applications spéciales, on utilisera des mastics en polyuréthane/résine époxy. Les matériaux de réfection sur le chantier pour les conduites équipées d'une protection cathodique doivent être sélectionnés selon DIN 12068. Les instructions du fabricant doivent toujours être respectées.

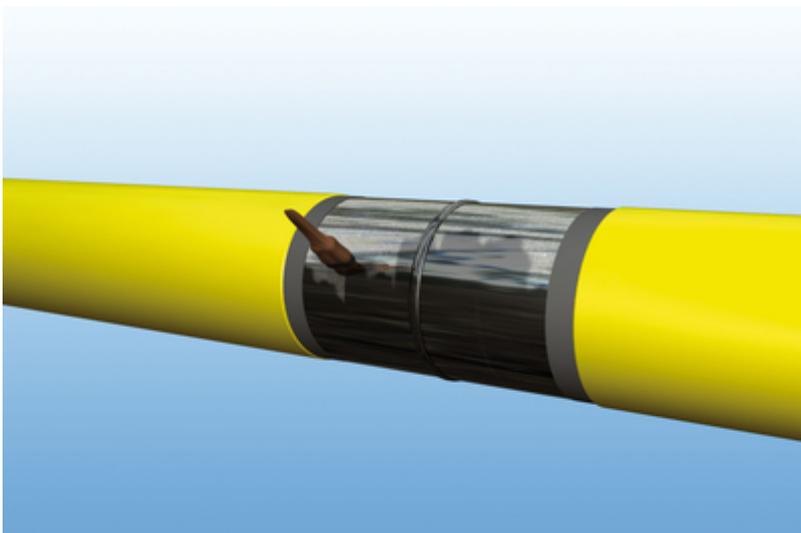
Les systèmes de réfection des joints sur le chantier s'appliquent soit à chaud soit à froid. Ils sont conçus pour des températures de service des canalisations de 30°C ou de 50°C. Les systèmes d'enrobage sont divisés en classes de charge A, B et C, les matériaux de la classe C présentant la capacité de charge la plus élevée.



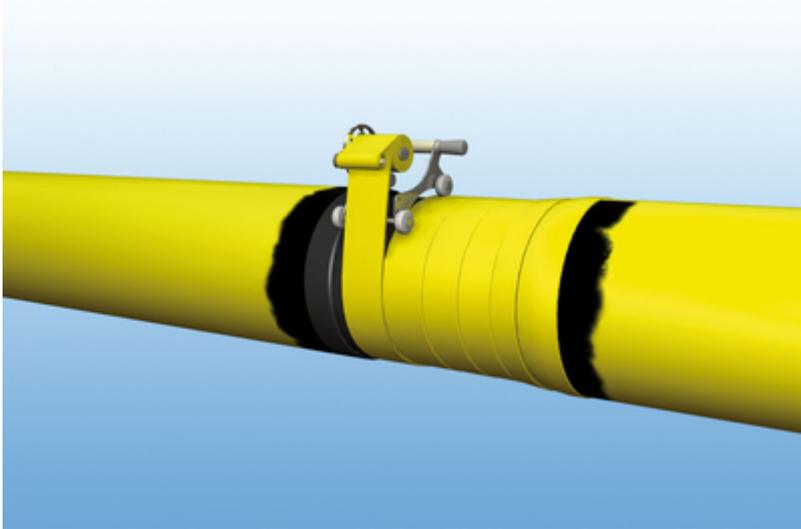
### Exemple: réfection sur le chantier avec bandes à froid

Etapes préparatoires: nettoyer le tube et le revêtement d'usine pour enlever l'huile et la graisse, retirer la couche de protection anticorrosion temporaire. L'adhésif et la couche de résine époxy du revêtement thermoplastique peuvent rester sur le tube.

Chanfreiner le revêtement d'usine avec un angle de 30°.



Appliquer la couche d'apprêt (primaire) conformément aux instructions du fabricant. Il peut s'avérer nécessaire de laisser sécher la surface avant d'appliquer la couche d'apprêt. Respecter les temps d'évaporation des solvants avant d'envelopper la bande anticorrosion autour du joint du tube.



3. La bande anticorrosion est enroulée en spirale et en une ou deux couches sur le tube en la tirant uniformément selon le type de bande utilisé. Chaque enroulement doit réaliser un chevauchement d'au moins 50 % de la couche précédente conformément aux instructions du fabricant, avec un chevauchement complet d'au moins 50 mm sur le revêtement d'usine.

# Reconstitution sur le chantier du revêtement extérieur des tubes

Le revêtement extérieur en mortier de fibrociment sert de protection mécanique au revêtement thermoplastique. Les revêtements en mortier de fibrociment sont produits conformément à la norme DIN 30340-1. Les tubes avec revêtement en mortier de fibrociment doivent être manipulés en principe de la même manière que les tubes avec revêtement thermoplastique.

La norme DIN 30340-1 distingue deux types de revêtements, le revêtement en mortier de fibrociment normal (N) pour la pose en tranchée ouverte et le revêtement en mortier de fibrociment antiroche spécial (S) pour les différentes techniques de pose des canalisations sans tranchées. Les tubes destinés à être posés sans tranchées subissent un traitement spécial pour leur conférer une liaison adhésive entre le revêtement thermoplastique et le revêtement extérieur en mortier de fibrociment antiroche spécial (S). Les efforts de cisaillement engendrés pendant la pose peuvent ainsi être transférés de manière sûre.

## Reconstitution sur le chantier du revêtement extérieur des tubes en mortier de scellement

Le mortier de scellement est fourni dans deux seaux différents: Les seaux A DN 100 contiennent une quantité suffisante pour 2 reconstitutions, les DN 250 et DN 300 pour une reconstitution chacun. Les seaux B DN 150 et DN 200 contiennent une quantité suffisante pour 2 reconstitutions, les DN 350 et DN 400 pour une reconstitution chacun. Seaux DN 500 et/ou DN 600 sur demande. Etant donné que les temps de prise dépendent de la température, deux formulations différentes sont disponibles:

Mortier d'hiver: température de mise en œuvre de +5°C à env. +15°C

Mortier d'été: température de mise en œuvre de +10°C à env. 30°C

Ne pas mettre en œuvre le mortier de ciment à des températures inférieures à 0°C étant donné qu'il doit durcir à l'abri du gel. S'il y a risque de gel, des mesures de protection supplémentaires doivent être prises (par ex. une isolation thermique). Le système de revêtement sur chantier se compose des éléments suivants :

- Mortier de ciment (mortier sec spécial et eau)
- Manchettes en carton spécial (largeur standard 500 mm)
- Ruban adhésif pour fixer les manchettes sur le tube

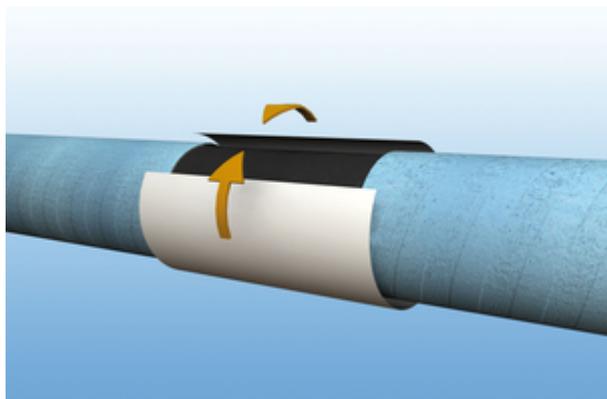
Les outils et appareils suivants sont à fournir par l'utilisateur :

- Une perceuse avec mélangeur
- Des ciseaux ou un couteau pour couper le ruban adhésif

Les travaux de revêtement sur le chantier peuvent être effectués par une seule personne. Etant donné que le mortier est à prise rapide, les joints à enrober sur le chantier tout le long de la colonne de tubes sont déjà prêts à être posés et à résister aux efforts induits par la mise en fouille au bout de trois heures seulement.

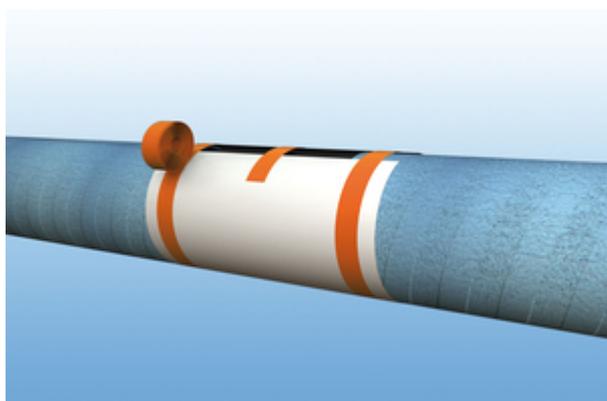
Dans le cas des canalisations à poser sans tranchées, respecter un temps de prise du revêtement sur chantier d'au moins 24 heures. Des détails supplémentaires sont donnés au paragraphe "Pose sans tranchées". En présence de fortes températures ou d'un ensoleillement direct, recouvrir les zones enrobées sur le chantier avec des moyens appropriés pour éviter un séchage prématuré et des fissurations dues au retrait en résultant.

Là où les projets de construction ne permettent pas des temps de prise prolongés, il est recommandé d'utiliser comme alternative un système de scellement à base de polyuréthane ([MAPUR®](#)).



Mode opératoire du revêtement sur le chantier

1. Enfiler la manchette sous le tube et l'aligner autour de la zone du joint enrobé préalablement.

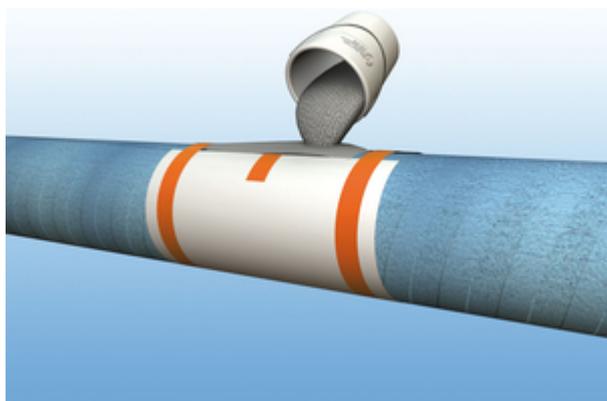


2. Utiliser le ruban adhésif pour fixer la manchette. Tirer fermement le ruban adhésif en l'enroulant sur toute la circonférence aux deux extrémités de la manchette pour la sceller hermétiquement.

3. Vérifier que la manchette est fixée régulièrement et de manière lisse sur toute la circonférence du tube. Pour les diamètres de tubes DN 100 à DN 200, deux manchettes doivent toujours être préparées avant de commencer à gâcher le mortier.



4. Extraire le récipient à eau du seau, agiter brièvement le mortier sec puis verser l'eau de gâchage dans le seau. Agiter avec le mélangeur de manière à obtenir un mélange homogène et lisse sans grumeaux.



5. Verser le mélange remué dans la manchette. Laisser la manchette en carton en place sur le tube pour assurer une bonne prise au mortier de ciment.

### Reconstitution du revêtement extérieur sur le chantier avec des bandes de ciment

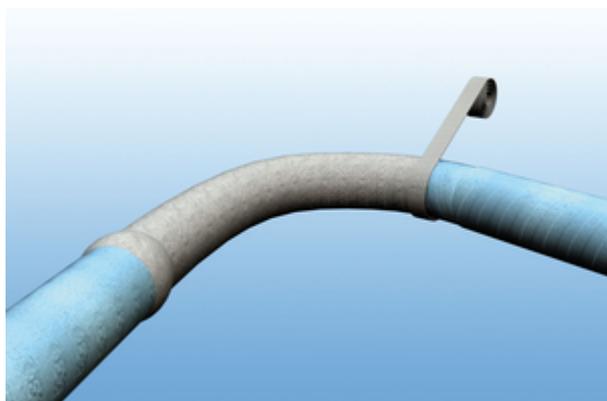
Les bandes de ciment sont constituées d'un ruban enduit de mortier de ciment. Porter des gants étanches à l'eau pour les manipuler. Les bandes de ciment sont utilisées partout où il est impossible d'utiliser du mortier de scellement, par exemple avec des raccords ou des assemblages par manchons.



1. Immerger la bande de ciment dans l'eau froide jusqu'à ce qu'elle soit totalement imprégnée.



2. Essorer ensuite soigneusement l'eau excédentaire.



3. En exerçant une légère traction, enrouler la bande autour de la zone revêtue sur le chantier en s'assurant que chaque enroulement chevauche à 60 % la couche précédente. Après trois heures environ la zone concernée peut à nouveau supporter des contraintes.

#### Réfection de coudes avec des bandes en mortier de ciment (300 x 12 cm)

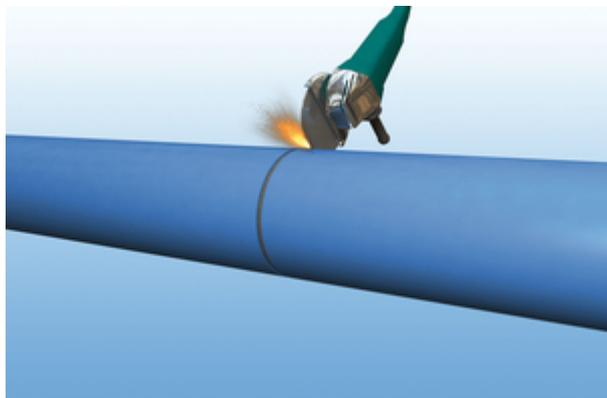
Coudes selon DIN 2605	Nombre de rouleaux nécessaires					
	15°	30°	45°	60°	75°	90°
<b>DN 100 1,5 D<sub>a</sub></b>	2	2	2	2	2	2
<b>DN 100 2,5 D<sub>a</sub></b>	2	2	2	2	2	2
<b>DN 150 1,5 D<sub>a</sub></b>	2	3	3	3	4	4
<b>DN 150 2,5 D<sub>a</sub></b>	3	3	3	4	4	4
<b>DN 200 1,5 D<sub>a</sub></b>	3	4	4	4	5	5
<b>DN 200 2,5 D<sub>a</sub></b>	4	4	5	5	6	7
<b>DN 250 1,5 D<sub>a</sub></b>	4	4	5	5	7	7
<b>DN 250 2,5 D<sub>a</sub></b>	4	5	7	8	9	10
<b>DN 300 1,5 D<sub>a</sub></b>	4	5	7	8	9	10
<b>DN 300 2,5 D<sub>a</sub></b>	5	6	9	10	12	14
<b>DN 400 1,5 D<sub>a</sub></b>	6	6	8	10	11	12
<b>DN 400 2,5 D<sub>a</sub></b>	7	9	11	13	15	18

Réfection de joints bout à bout et slip-joints avec des bandes en mortier de ciment (300 x 12 cm)

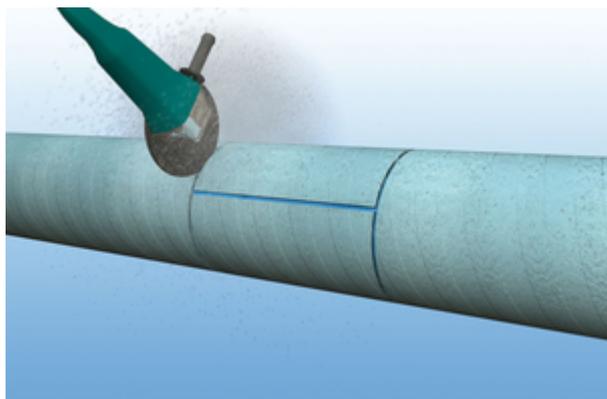
Tube	Nombre de rouleaux nécessaires	
	Soudure bout à bout	Joint slip-joint
DN 100	2	1
DN 125	2	-
DN 150	2	2
DN 200	3	2
DN 250	3	3
DN 300	3	3
DN 400	5	4
DN 500	7	6
DN 600	8	8

# Coupes des tubes sur le chantier

Le mode opératoire suivant doit être appliqué :

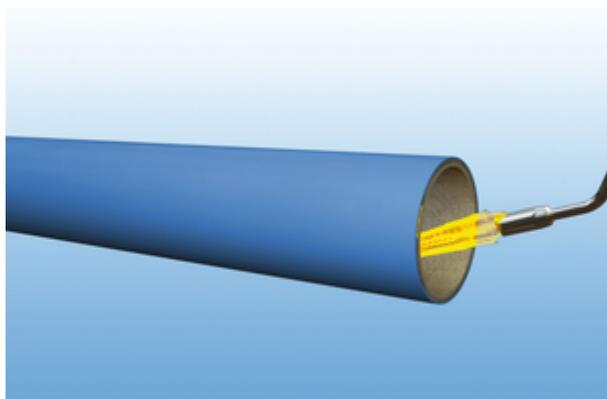


1. Utiliser une tronçonneuse à moteur à essence, à moteur électrique ou à air comprimé pour la découpe des tubes. Il est recommandé d'utiliser des meules à tronçonner l'acier de type A 24.

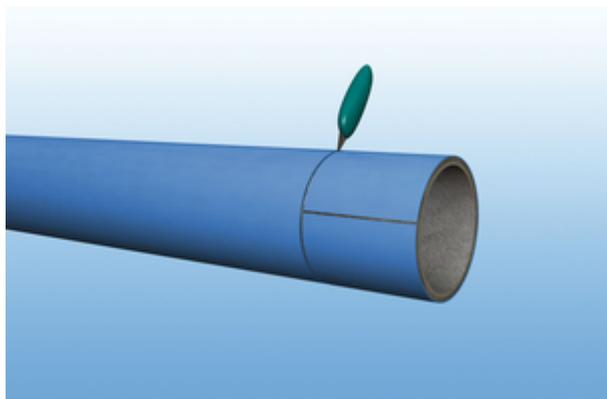


2. Pour enlever le mortier de fibrociment, par ex. à l'extrémité des tubes raccourcis ou pour mettre en place les colliers de prise avec vanne intégrée sur le revêtement extérieur en polyéthylène, inciser le revêtement extérieur en mortier de fibrociment antiroche sur toute la circonférence du tube et sur la longueur à enlever.

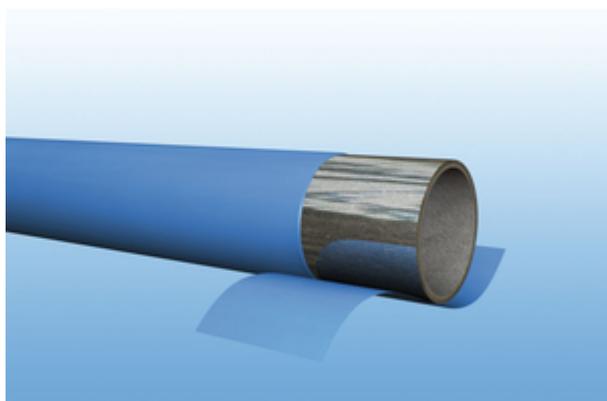
Pour éviter d'endommager le revêtement en polyéthylène, ne pas dépasser une profondeur de coupe de 3 à 4 mm. Un dispositif de fixation adapté à une meuleuse d'angle du commerce peut être fourni à cet effet (cf. liste d'accessoires). Le revêtement en mortier de fibrociment peut alors être facilement détaché à coups de marteau.



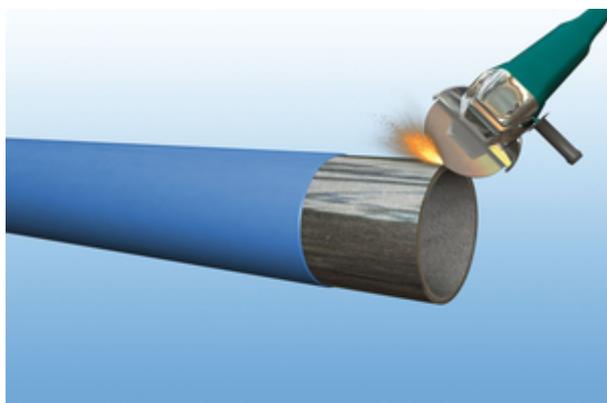
3. Chauffage de l'extrémité du tube à la flamme de gaz propane à env. 70° C depuis l'intérieur du tube. Permet de chauffer uniformément le tube sans endommager l'enveloppe thermoplastique.



4. Incision de l'enveloppe thermoplastique dans le sens circonférentiel et longitudinal. La longueur à enlever de l'extrémité du tube est d'environ 110 mm sur les joints bout à bout et entre 165 et 210 mm sur les tubes avec joints slip-joint, en fonction des dimensions du tube (cf. extrémité d'origine du tube).

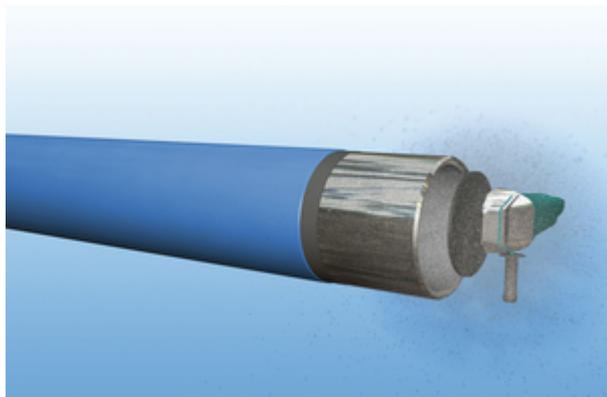


5. Détachement du revêtement polyéthylène. L'enveloppe thermoplastique s'enlève facilement et régulièrement à la bonne température de surface. En cas de déchirure du revêtement, laisser refroidir quelques instants l'extrémité du tube. Si le matériau thermoplastique ne se laisse pas facilement retirer, chauffer l'extrémité du tube un peu plus longtemps (contrôle par sondes de température du kit de pose des conduites).



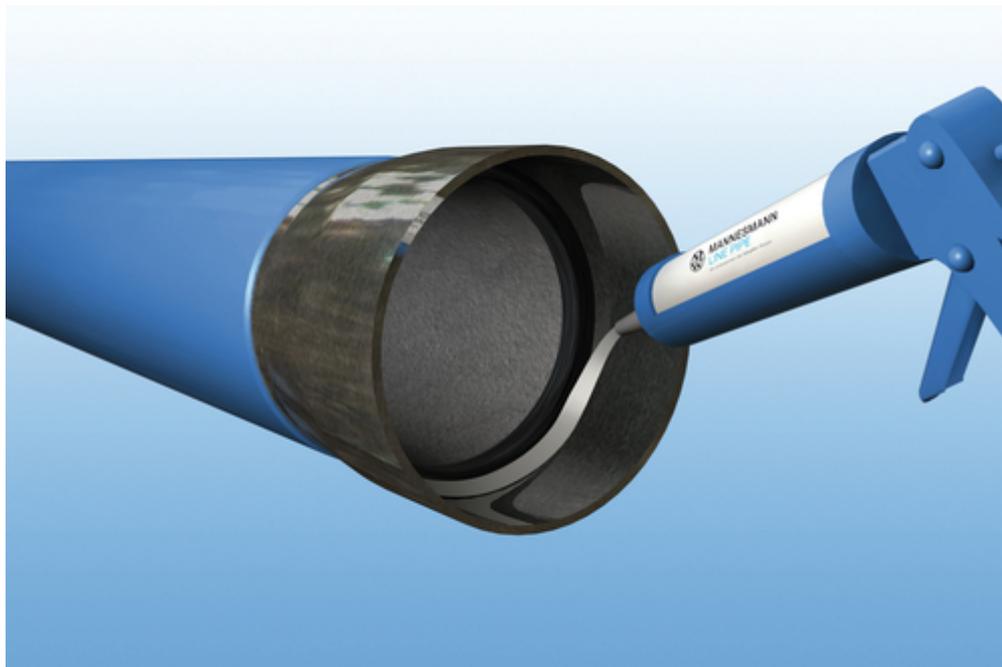
6. Chanfreinage de l'extrémité du tube. Pour les joints soudés bout à bout, chanfreiner à 30° l'extrémité du tube avec une meuleuse d'angle. L'extrémité des tubes avec joints slip-joint reste lisse et n'a donc pas besoin d'être chanfreinée. Utiliser au

besoin une meule à ébarber pour enlever le primaire en résine époxy et l'adhésif restant sur le revêtement.



7. Pour les tubes pour conduites d'eau avec soudures bout à bout, le revêtement intérieur en mortier de ciment doit être raccourci de 3 à 5 mm aux extrémités du tube afin de pouvoir solidariser celles-ci par soudage. Cette opération peut s'effectuer par ex. avec une meuleuse d'angle (cf. liste des accessoires).

## Application d'un revêtement intérieur sur le chantier



Les tubes avec joints slip-joint utilisés avec des eaux agressives peuvent être protégés par un mastic d'étanchéité supplémentaire au niveau des joints. Ce mastic livré dans des cartouches du commerce, est appliqué dans le manchon avec un pistolet à cartouche avant l'assemblage des tubes. La liste des accessoires contient des indications sur les quantités de matériau nécessaires.

A condition de respecter les quantités indiquées, aucune opération supplémentaire n'est nécessaire après l'assemblage des tubes ni avant leur alignement pour le soudage. Un ramonage des joints n'est pas non plus nécessaire.

Le matériau du revêtement intérieur dépend de la qualité de l'eau. Pour les tubes destinés aux conduites d'assainissement, on utilisera un matériau à base de polyuréthane et pour les eaux potables agressives un matériau à base de silicone.

# Changements de direction

Les options suivantes sont disponibles pour les changements de direction lors de la pose des conduites :

## 1. Exploitation des propriétés de déformabilité élastique de la conduite

S'agissant des rayons de courbure, on distingue deux cas d'application :

- La manipulation sur le chantier
- Les rayons de courbure à l'état posé

Tandis qu'aucune autre charge que la flexion ne doit être prise en compte lors de la manipulation de la conduite, une combinaison de la pression intérieure et de la flexion est à prendre en compte lorsque la conduite est posée.

## Manipulation sur le chantier

La formule suivante s'applique pour la manipulation sur le chantier :

$$R_{\min} \text{ (m)} = 105 \times D_a \times S/R_p$$

Cette formule est applicable tant aux gazoducs qu'aux conduites d'eau revêtues d'un mortier de ciment. Avec un matériau présentant une limite élastique de 235 N/mm<sup>2</sup> et un coefficient de sécurité de 1,1 (voir ci-dessous) la formule standard 500 x D<sub>a</sub> est applicable au rayon de courbure.

## Rayons de courbure à l'état posé de la conduite

Les bases de calcul des rayons de courbure élastiques sur le tracé d'un gazoduc sont indiquées dans les fiches techniques G 462 et G 463. Les pressions théoriques\* des tubes fabriqués ne sont pas affectées par les rayons de courbure indiqués dans ces fiches. Ce principe vaut également pour les conduites d'eau.

Conduites d'eau / Gazoducs avec MOP < 16 bar	Gazoducs avec MOP > 16 bar
$R_{\min} = 210 \times D_a \times S/R_p$	$R_{\min} = 206 \times D_a \times S/R_p$

$R_{\min}$  = Rayon de courbure minimum en m

$R_p$  = limite élastique en N/mm<sup>2</sup>

$D_a$  = diamètre extérieur en mm

S = coefficient de sécurité

MOP = pression de service maxi

\*) Etant donné que des pressions de service inférieures à la pression théorique sont utilisées notamment au point de distribution du gaz et de l'eau pour une épaisseur de paroi donnée, un calcul plus précis tenant compte des conditions de service réelles doit être effectué si l'on veut utiliser des rayons de courbure plus petits

Les coefficients de sécurité et les limites d'élasticité peuvent être choisis en fonction du matériau du tube utilisé :

Tubes pour gazoduc de gaz avec MDP < 16 bars			Tubes pour conduites avec MDP > 16 bars			Tubes pour conduites d'eau		
Matériau	S	R <sub>p</sub>	Matériau	S	R <sub>p</sub>	Matériau	S	R <sub>p</sub>
L245	2	245	L245N/M	2	245	L235	1	235
L290	2	290	L290N/M	2	290	L275	1	275
L360	2	360	L360N/M	2	360	L355	1	355
			L415N/M	2	415			
			L450N/M	2	450			
			L485N/M	2	485			

R<sub>min</sub> = Rayon de courbure minimum en m

R<sub>p</sub> = limite élastique en N/mm<sup>2</sup>

D<sub>a</sub> = diamètre extérieur en mm

S = coefficient de sécurité

MDP = pression théorique

## 2. Coupes d'onglet

Admissibles avec 7,5° maxi par extrémité de tube pour les tubes de gazoduc dans la plage de pression jusqu'à 5 bars et 2,5° maxi pour les tubes de gazoduc dans la plage de pression jusqu'à 16 bars. Pour les tubes de conduites d'eau, 7,5° maxi par tube (soit un total de 15° par joint) est admissible.

## 3. Réalisation de coudes sur chantier

Les tubes en acier dépourvus de revêtement intérieur en mortier de ciment peuvent être cintrés à froid sur le site avec 1,5° maxi par pas de cintrage de 1xD<sub>a</sub>, ce qui correspond à un rayon de cintrage d'environ 40 x D<sub>a</sub>. Pour les tubes équipés d'un revêtement extérieur supplémentaire en mortier de fibrociment antiroche, le rayon de cintrage devrait être limité à 1,0° par pas de cintrage.

## Contrôle du revêtement extérieur

Avant leur descente dans la tranchée, les tubes (ou la conduite) pourvus d'un revêtement thermoplastique doivent être contrôlés avec un testeur haute tension pour détecter d'éventuels défauts d'enrobage. La tension d'essai doit être d'au moins 5 kV, plus 5 kV par mm d'épaisseur de revêtement jusqu'à 20 kV maximum.

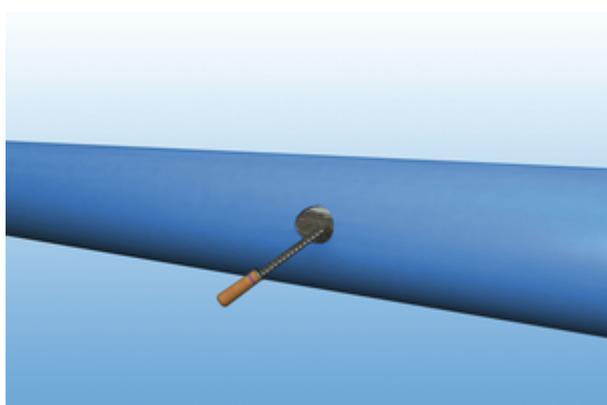
Les éventuels défauts d'enrobage détectés doivent être réparés avec les kits de réparation pour revêtements thermoplastiques par exemple, conformément aux instructions du fabricant.

# Réparations

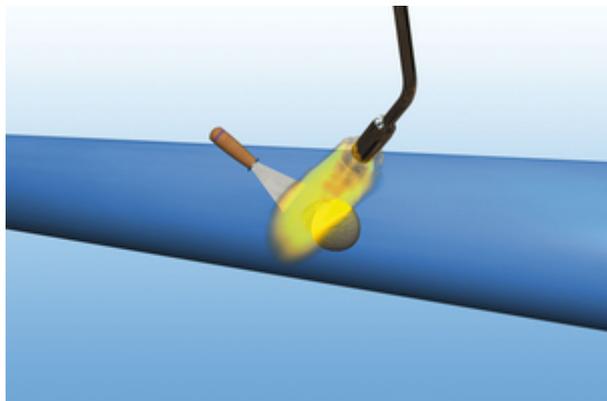
## Revêtement extérieur en polyéthylène

Les défauts dans le revêtement en polyéthylène, causés par le transport ou la manutention, doivent être réparés conformément aux recommandations de la DVGW Fiche technique GW 15.

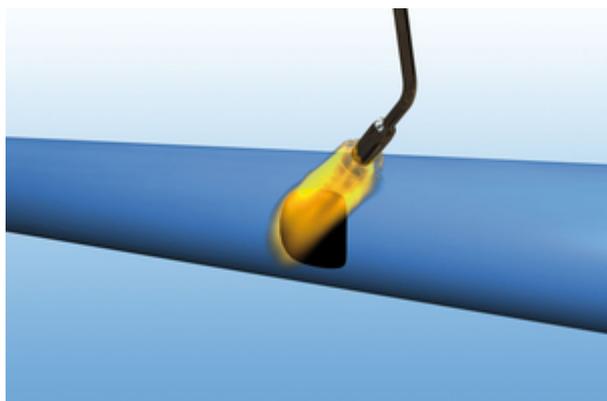
Des rustines ou des matériaux selon DIN 30672 peuvent par exemple être utilisées dans ce cas en fonction de la taille du défaut. Il est recommandé d'utiliser une rustine de réparation pour les petites détériorations. Le revêtement d'usine doit être recouvert en totalité sur une épaisseur de 50 mm.



1. Eliminer les salissures, la rouille et la graisse adhérent au revêtement, couper les bords détachés et arrondir à la toile émeri ou à la lime les entailles et les incisions dans le revêtement.



2. Préchauffer l'endroit détérioré et remplir les trous avec l'apprêt garnissant ci-joint. Lisser au besoin avec une spatula.



3. Préchauffer le côté adhésif des rustines de réparation puis apposez-les sur l'endroit à réparer. Chauffer doucement à la flamme de gaz propane et utiliser un gant ou un rouleau pour presser la rustine jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement lisse et adhère hermétiquement au revêtement sans former de bulles d'air.

### Revêtement extérieur en mortier de fibrociment antiroche

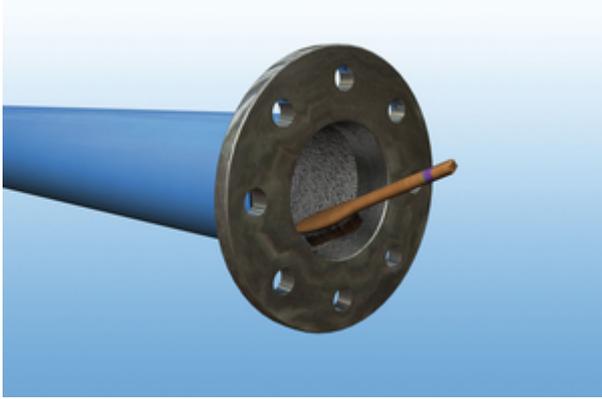
Les défauts du revêtement extérieur en mortier de fibrociment antiroche peuvent être réparés à l'aide de rubans de ciment ou de polyuréthane enroulés autour du tube de manière à recouvrir les défauts du revêtement. Voir le paragraphe "[Reconstitution du revêtement extérieur des tubes sur le chantier](#)".

### Revêtement intérieur en mortier de ciment

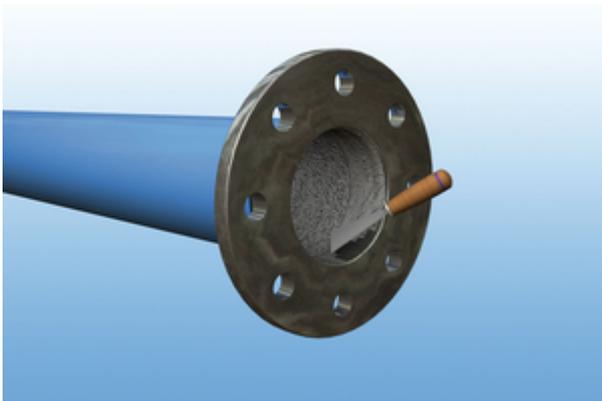
Un mélange de mortier de ciment à base de ciment Portland (CEM I) est utilisé pour réparer les défauts du revêtement intérieur en mortier de ciment ainsi que pour les surfaces des tubes ou des raccords recevant un revêtement intérieur sur le site (cf. la liste des accessoires : Isomix) :



1. Le mortier sec est livré dans des seaux de 10 kg. Avant sa mise en œuvre, ajouter la quantité d'eau nécessaire au gâchage et mélanger de manière bien homogène.



2. Brosser la surface pour la nettoyer et l'humidifier de manière que le mortier adhère parfaitement à son support.



3. Appliquer et lisser ensuite le mortier de réparation à la spatule. La température doit être supérieure à 5° C pendant la réparation et le durcissement du mortier (stockage à l'abri du gel).

Afin d'assurer un durcissement approprié du revêtement, il est conseillé de recouvrir la surface revêtue de feuilles en matière plastique par exemple ou de maintenir la surface humide. Le mortier de ciment doit sécher pendant au moins 24 heures à cet endroit avant d'effectuer les travaux de soudage.

# Pose sans tranchées

Pour les différents procédés de pose des tubes sans tranchées, on utilisera aussi bien des tubes avec un revêtement thermoplastique que des tubes avec un revêtement supplémentaire en mortier de fibrociment. Le revêtement doit être adapté aux charges induites lors de la mise en place des conduites. Avec des sols pierreux ou rocheux en particulier, le tube doit être protégé par un revêtement spécial en mortier de fibrociment.

La manutention des tubes est en général identique à celle qui est pratiquée pour la tranchée ouverte. Veiller à respecter les rayons de courbure élastiques et les efforts de traction maximum admissibles.

Les coupes de tubes ne sont habituellement pas prévues pour les tronçons de tuyauteries posés sans tranchées. Le mode opératoire applicable exceptionnellement est indiqué au paragraphe intitulé :

[Exécution des extrémités des tubes coupés](#)

## Vos interlocuteurs pour la pose sans tranchées

Mannesmann Line Pipe GmbH

Thorsten Schmidt

Tel.: [+49 271 691-180](tel:+49271691180)

[thorsten.schmidt@mannesmann.com](mailto:thorsten.schmidt@mannesmann.com)

Pour la MAPUR®

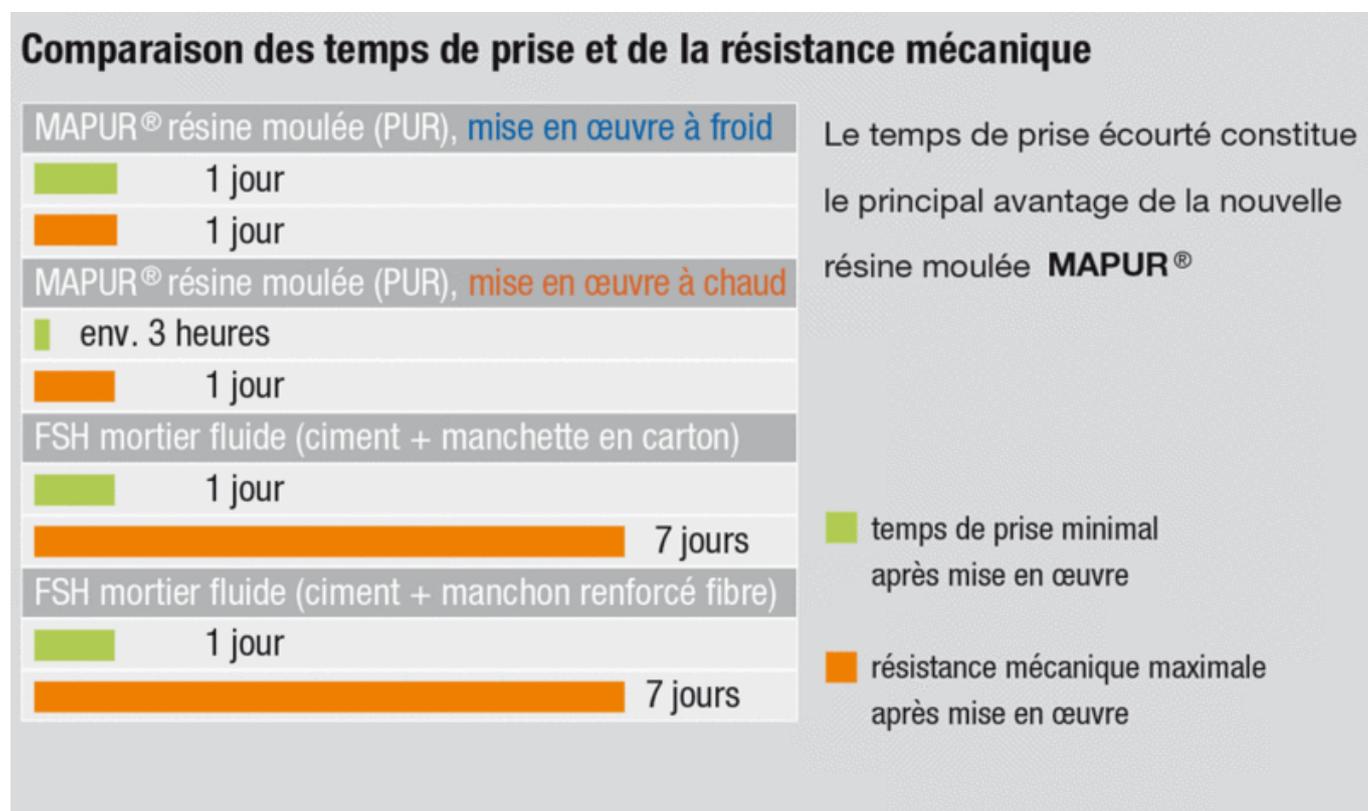
Schneider & Co. Protec Service GmbH

Mario Becker

Tel.: [+49 2732-7931-41](tel:+492732793141)

[m.becker@schneider-co.eu](mailto:m.becker@schneider-co.eu)

## Application d'un revêtement extérieur ou intérieur sur le chantier



Pour s'assurer que les tubes pourvus d'un revêtement thermoplastique disposent de la capacité de charge nécessaire, il faut les revêtir sur le chantier d'un système tricouche (tubes ou manchettes thermorétractables avec une couche d'apprêt supplémentaire en résine époxy) ou d'un système duomère (polyuréthane ou stratifiés renforcés à la fibre de verre). Des systèmes de revêtement sur le chantier selon DIN 30672 ou EN 12068 peuvent également être utilisés en combinaison avec un revêtement renforcé à la fibre de verre. Le revêtement de chantier doit être dans l'alignement du revêtement d'usine.

La zone des joints des tubes pourvus d'un revêtement en mortier de fibrociment antiroche est revêtue comme d'habitude sur le chantier avec un matériau de revêtement selon DIN 30672 ou EN 12068. Le mortier de scellement SMLP (cf. paragraphe "[Revêtement en mortier de fibrociment](#)") est utilisé comme protection mécanique. Lorsque les contraintes sont très élevées ou que le temps de mise en œuvre est court (le revêtement habituel sur le chantier nécessite habituellement un temps de prise d'au moins 24 heures), un revêtement alternatif ou supplémentaire en matériau renforcé à la fibre de verre ou sous forme de bandes de polyuréthane, peut être réalisé. Dans ce cas, la résistance mécanique augmente et le temps de prise peut être raccourci en conséquence.

Les tubes pourvus d'un revêtement en mortier de fibrociment ne supportent pas les charges par à-coups lors de leur pose (par ex. technique de battage ou de fonçage) étant donné que ces techniques sont capables de détruire la liaison adhésive entre le revêtement thermoplastique et le revêtement en mortier de fibrociment.

Le revêtement en mortier de fibrociment présente une surface plus rugueuse que les revêtements thermoplastiques et est hygroscopique. Si nécessaire, le revêtement extérieur peut être prétraité pour réduire la friction à la surface du tube avant sa mise en place.

Tout comme pour les revêtements thermoplastiques, la zone de transition des revêtements en mortier de fibrociment sur le chantier entre le revêtement usine et le revêtement appliqué sur le chantier doit être aussi régulière que possible sans variations importantes de la section transversale. Il est par conséquent très important d'appliquer avec soin les systèmes de revêtement extérieur sur le site.

Tous les systèmes de revêtement offrent la protection mécanique extérieure appropriée selon chaque profil d'application. Il est par conséquent impératif, notamment dans le cadre de projets sans tranchées, d'exclure les charges excessives exercées sur le revêtement, notamment lors du supportage des tubes par des systèmes à rouleaux lors de la mise en place de colonnes de conduites. L'utilisation de supports ponctuels pour des tronçons complets de canalisations n'est pas admissible.

Spécialement conçus pour les nouveaux systèmes de pose sans tranchées (par ex. FZM-S = revêtement spécial en mortier de fibrociment ou systèmes de revêtement multicouches), les produits MAPUR® et MAPUR 2012® complètent la philosophie du système et garantissent une protection optimale aux tuyauteries devant répondre à des exigences élevées.

Le concept composé d'un revêtement en usine du tube en acier et d'un revêtement ultérieur approprié des zones des joints sur le chantier est proposé en collaboration avec la société Schneider & Co. Protec Service (<http://www.schneider-co.eu/>).

# Réalisation des extrémités des tubes coupés

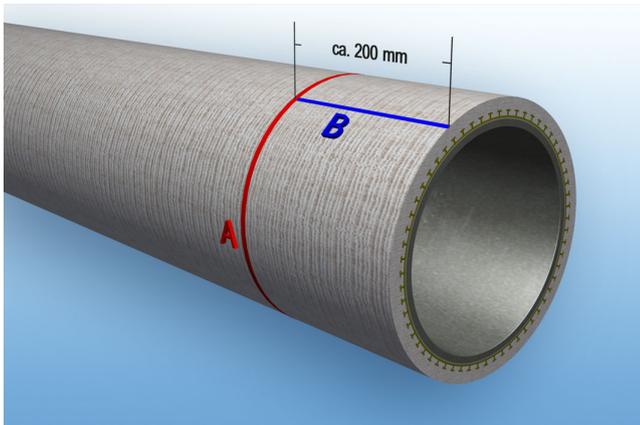
Les coupes de tubes ne sont habituellement pas prévues pour les tronçons de tuyauteries posés sans tranchées. Le mode opératoire applicable exceptionnellement est indiqué au paragraphe correspondant.

Les coupes doivent être réalisées localement dans l'ordre chronologique des illustrations.

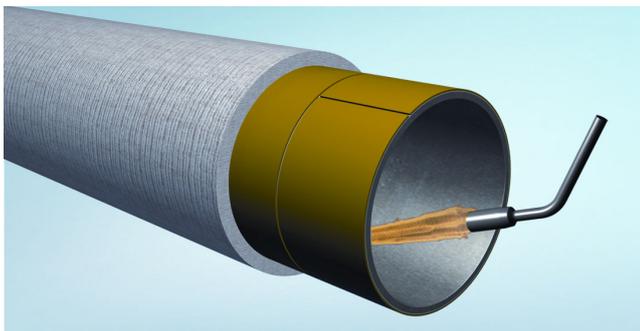
## 1. Outillage nécessaire

- Meuleuse d'angle avec disquette pour la découpe du profil en T auquel le mortier adhère
- Meule à ébarber ou brosse métallique rotative pour l'élimination du primaire en résine epoxy et de la couche d'adhésif
- Brûleur à gaz pour le préchauffage de l'extrémité du tube
- Marteau et maillet pour détacher la couche de mortier
- Couteau pour inciser le revêtement en PE/PP

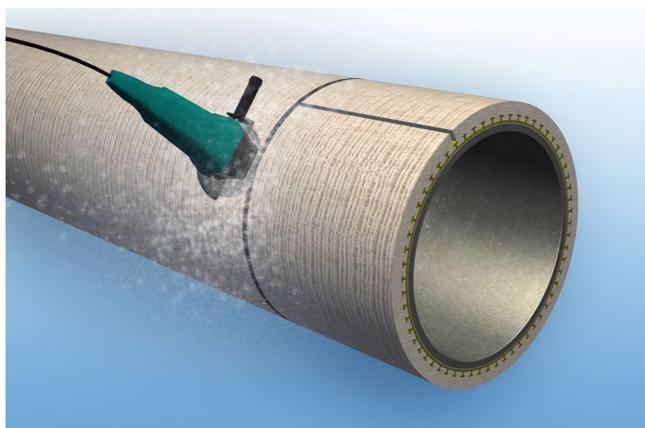
## 2. Mode opératoire



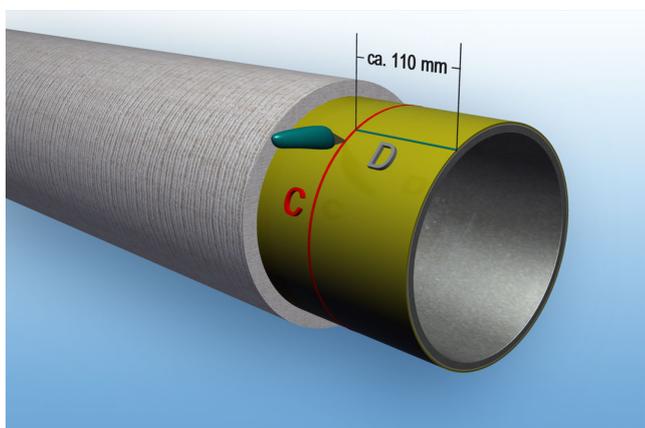
1. Tracer une incision circonférentielle A et une incision longitudinale B.



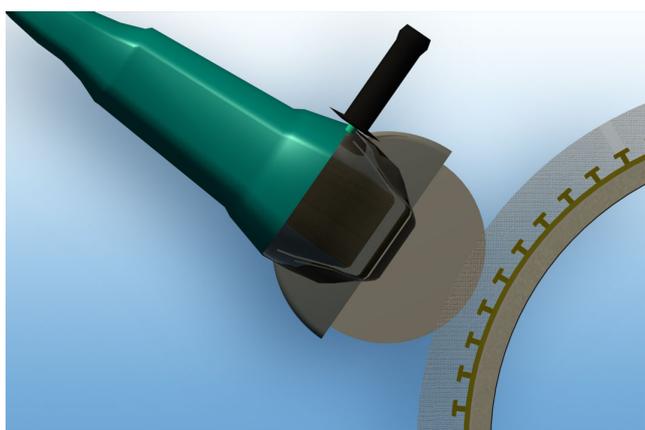
5. Chauffer l'extrémité du tube au brûleur à gaz depuis l'intérieur. Une température de 60 à 70° C est suffisante pour décoller le revêtement en PE/PP.



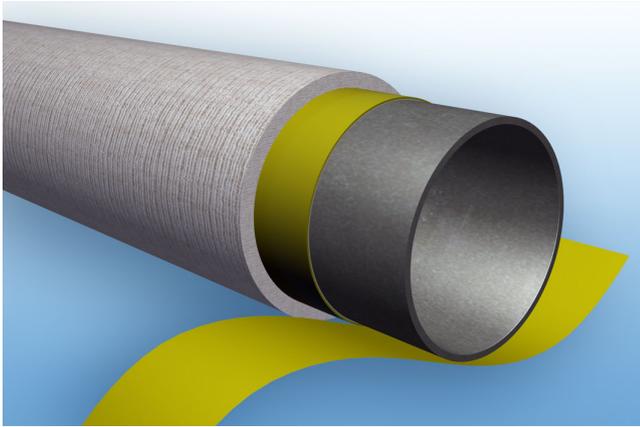
2. Inciser le revêtement avec une meuleuse d'angle



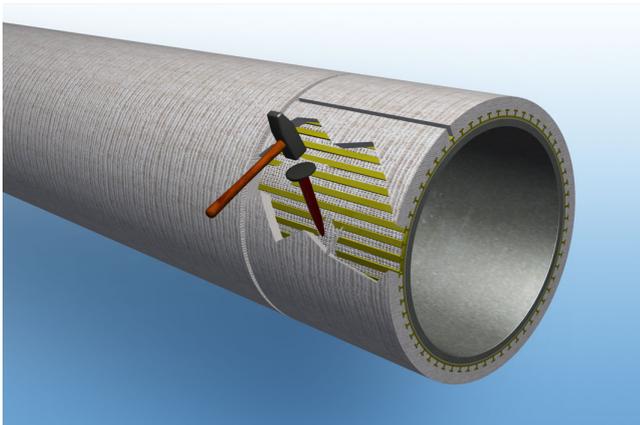
6. Inciser au couteau circonférentiellement (C) et longitudinalement (D) le revêtement thermoplastique jusqu'à la surface de l'acier.



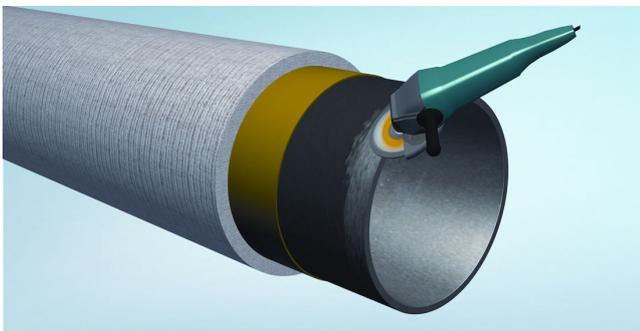
...jusqu'au profil en T.



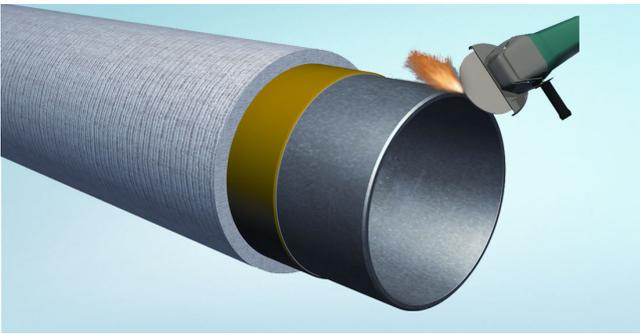
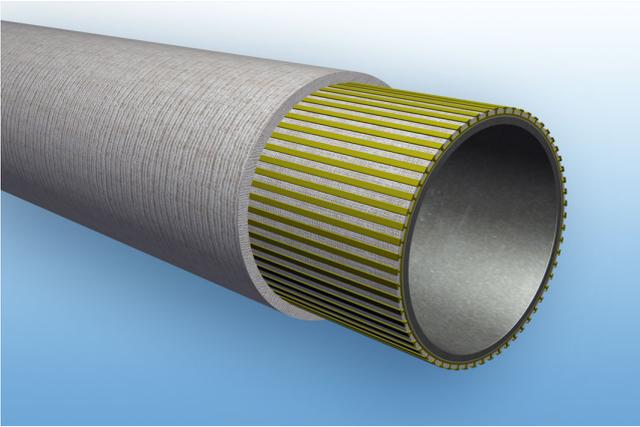
7. Décoller le revêtement PE/PP. A la bonne température, le revêtement s'enlève facilement et en douceur. S'il se déchire, laisser refroidir quelques instants l'extrémité du tube. Si le revêtement résiste, réchauffer légèrement l'extrémité du tube.



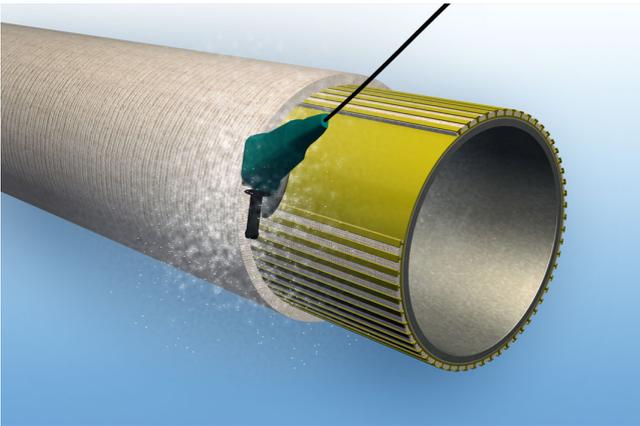
3. Détacher au marteau et au maillet la couche de mortier en fibrociment incise.



8. Si nécessaire, éliminer à la meule à ébarber les résidus de primaire epoxy et d'adhésif.



9. Chanfreiner l'extrémité du tube. Pour les soudures bout à bout, utiliser une meuleuse d'angle pour réaliser un chanfrein de  $30^\circ$  en laissant un méplat d'environ 1,6 mm de haut. Chanfreiner ensuite le revêtement PE/PP avec une brosse métallique rotative.



4. Découper à la meuleuse d'angle le profil en T au niveau du revêtement en PE/PP.

# Essai de pression (épreuve hydraulique)

L'essai de pression doit être effectué conformément aux exigences des règles et règlements applicables, par ex. pour les conduites de gaz la DVGW Fiche technique G 469 et/ou la VdTÜV Fiche technique 1060 et pour les conduites de gaz jusqu'à 16 bars, DIN EN 12327.

L'exemple ci-dessous illustre l'essai de pression pour les conduites d'eau conformément à DIN EN 805 et/ou à la DVGW Fiche technique W 400-2.

Chaque tuyauterie doit être soumise à un essai de pression après sa pose. Les essais de pression doivent être effectués par du personnel qualifié disposant des connaissances nécessaires en matière de tuyauteries, d'exécution d'essais de pression, des techniques de mesure et des règlements de sécurité applicables.

Avant d'effectuer l'essai de pression, la tuyauterie doit être recouverte de matériau de remblayage afin d'éviter les changements de position susceptibles de causer des fuites. Ceci vaut en particulier pour les tuyauteries avec joints mécaniques par manchons. Le remblayage des jonctions est facultatif. La conduite doit être testée sur toute sa longueur ou, si nécessaire, par tronçons. Les tronçons à tester doivent être définis de telle sorte que :

- la pression d'essai soit atteinte au point le plus bas de chaque tronçon testé et
- qu'une pression d'au moins 1,1 fois la pression de calcul maximale soit atteinte au point le plus élevé.

La pression d'épreuve du réseau (STP) peut être calculée comme suit sur la base de la pression maximale de calcul (MDP) :

Si le coup de bélier est calculé :  $STP = MDP + 1 \text{ bar}$

Si le coup de bélier n'est pas calculé:  $STP = MDP + 1,5 \text{ bar}$  ou  $STP = MDP + 5 \text{ bars}$

(la valeur la plus basse est applicable)

Avant de commencer l'essai, remplir lentement et régulièrement d'eau la conduite à une vitesse d'environ 0,3 l/s (DN 100) à 6 l/s (DN 400) et l'air doit être ensuite purgé.

L'essai de pression s'effectue en trois phases au maximum :

## 1. Essai préliminaire :

Pour stabiliser le tronçon de la conduite une fois que le sol est suffisamment tassé et que le revêtement intérieur en mortier de ciment a absorbé une quantité d'eau suffisante. L'absorption d'eau dans les pores du mortier de ciment peut provoquer, dans un premier temps, une chute de pression même si la tuyauterie est parfaitement étanche. Pour cette raison, il est conseillé d'effectuer l'essai de pression sur une période d'au moins 24 heures. La pression d'épreuve doit être ramenée à la pression initiale à intervalles réguliers, dans tous les cas après une chute de pression de 0,5 bar.

## 2. Essai de chute de pression :

Sert à déterminer la quantité d'air résiduel dans la tuyauterie. A effectuer selon les prescriptions du concepteur.

## 3. Essai principal : Il existe deux méthodes d'essai de base.

- La méthode par perte de pression (de charge)
- la méthode par perte d'eau

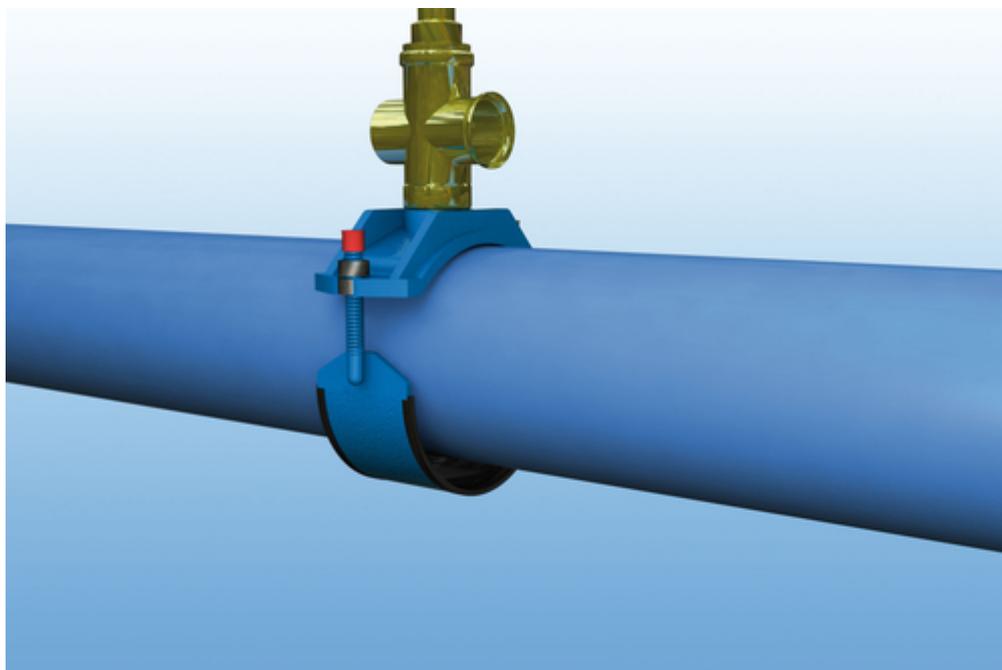
L'essai principal sert à tester le système complet et notamment l'étanchéité ainsi que l'exécution et l'installation des tubes, raccords, etc. selon les règles de l'art. Il s'effectue sur une période de 3 heures (pour les tubes jusqu'à DN 400). La chute de pression peut dans ce cas s'élever à :

- 0,1 bar avec une pression d'essai du système STP de 15 bars (MDP : 10 bars)

- 0,15 bar pour une STP de 21 bars (MDP : 16 bars) et
- 0,2 bar pour une STP de + 5 bars (MDP : >16 bars)

La méthode par perte d'eau (cf. DVGW Fiche technique W 400-2) peut être utilisée comme alternative équivalente de la méthode par perte de pression décrite ci-dessus.

## Colliers de prise avec vanne intégrée



Pour le montage des colliers de prise avec vanne intégrée sur une conduite avec revêtement en polyéthylène, il n'est pas nécessaire de retirer le polyéthylène à l'emplacement des colliers. Le revêtement supplémentaire en mortier de fibrociment sert de protection mécanique. Sauf utilisation d'appareils de perçage et de colliers de prise avec vanne intégrée spéciaux, le revêtement en mortier de fibrociment doit être retiré avant le perçage.

Le support des colliers de prise avec vanne intégrée doit être conçu de manière à éviter d'endommager la protection anticorrosion. Un support largement dimensionné réduit la pression à la surface du tube.

Pour éviter des copeaux de grande longueur, l'utilisation de forets hélicoïdaux en acier à outils, en acier rapide ou équipés de fraises à pointe de carbure, est recommandée. Les fraises d'entrée en acier à outils, en acier rapide ou à pointe diamant peuvent également être utilisées. Toutes les mèches de la perceuse doivent être adaptées au perçage des tubes en acier (cf. recommandations du fabricant)

L'outil de perçage doit permettre au foret ou à la fraise d'avancer lentement pour éviter d'endommager le revêtement intérieur en mortier de ciment.