



Mode d'emploi des tuyaux flexibles

selon la directive 97/23/EC sur les équipements sous pression

***Betriebsanleitung für Schlauchleitungen
nach der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG***

Mode d'emploi des tuyaux flexibles selon la directive 97/23/CE sur les équipements sous pression

Généralités

Les tuyaux flexibles ont été conçus selon les indications de la commande portant sur le produit transporté, la pression et le diamètre nominal (indications minimales) et ils ont été fabriqués selon ces données.

Les tuyaux flexibles en métal et en PTFE doivent être montés et utilisés dans les règles de l'art. Il faut respecter les instructions de montage présentées dans le catalogue "TUBOFLEX® Metall – Wellschläuche".

En fonction des conditions de montage et d'utilisation (données importantes: produit transporté, pression de service mini/maxi, température de service, conditions d'écoulement du produit transporté dans le tuyau pour tous les états de service, influences extérieures, par exemple influences mécaniques, corrosives, thermiques et vibratoires), le fonctionnement des tuyaux flexibles doit être contrôlé à intervalles réguliers appropriés par un examen externe et interne en fonction du degré de risque. Notamment en cas de produits transportés corrosifs, toxiques et extrêmement inflammables, ces contrôles doivent être effectués à intervalles très rapprochés.

Le fabricant, dans le sens de la directive sur les équipements sous pression, est la personne physique ou morale étant responsable de la conception et de la fabrication des tuyaux flexibles. C'est sous le nom de celui-ci que ce tuyau flexible doit être mise en circulation. Il est également responsable pour l'évaluation de conformité selon le ou les procédures prescrites dans la directive ou les directives.

Montage

Respecter les instructions de montage de ce mode d'emploi ainsi que la DIN 20066 "Tuyaux flexibles – Montage" (mode d'emploi, pose) ainsi que ZH1/74 et T002 (BGI 572).

Pour assurer la capacité de fonctionnement des tuyaux flexibles et pour éviter une diminution de leur durée de vie par des contraintes supplémentaires, les points suivants sont à respecter:

- Assurer une installation des tuyaux flexibles de façon à ne pas gêner leur position et leur mouvement naturel.
- En service, les tuyaux flexibles ne doivent en aucune circonstance être soumis à des influences extérieures en forme de traction, torsion et compression s'ils n'ont pas été conçus et construits spécialement pour ces exigences.
- Respecter le rayon de courbure le plus petit indiqué par le fabricant pour le tuyau flexible (voir les valeurs indiquées dans le catalogue).
- Assurer une protection des tuyaux flexibles par rapport aux dommages extérieurs causés par des influences mécaniques, thermiques ou chimiques.
- Vérifier la fixation correcte des raccords amovibles avant la mise en service.
- Ne pas utiliser le tuyau flexible en cas de dommages externes visibles.

- Nettoyer le tuyau flexible de façon appropriée avant la mise en service.
- Pour les tuyaux flexibles qui exigent une compensation de potentiel selon BGR 132, vérifier cette compensation et éventuellement la mettre en œuvre après coup.

Utilisation conforme

Les tuyaux flexibles ne doivent être appliqués que pour leur utilisation prévue. Les paramètres considérés, tels que la pression admissible, le rayon de courbure admissible, la gamme de température ainsi que les produits transportés entrant en contact avec le tuyau flexible, sont spécifiés dans la documentation jointe, telle que la déclaration du fabricant, la déclaration de conformité ou le marquage du tuyau flexible.

Les paramètres de conception sont les suivants :

- Pression (ne pas dépasser la pression de service admissible du tuyau flexible).
- Température (ne pas dépasser la gamme de température admissible selon le produit transporté. Consulter éventuellement les listes de résistance des composants du tuyau flexible).
- Rayon de courbure (ne pas dépasser le rayon de courbure admissible du tuyau flexible).
- Mouvement (en cas d'abrasion, considérer et contrôler l'usure du tuyau flexible).
- Résistance (les matériaux du tuyau flexible doivent être résistants aux matières transportées dans les conditions de service. Consulter éventuellement les listes de résistance).

Au cas où les tuyaux flexibles sont marqués selon les normes suivantes, les dispositions suivantes sont valables:

- **DIN 3384 : tuyaux flexibles pour gaz** : Homologation par rapport à l'utilisation de gaz selon DVGW fiches de travail G 260
- **EN 12434 : tuyaux flexibles pour produits cryogéniques** : Homologation par rapport à l'utilisation de fluides cryogéniques comme l'argon (Ar), le dioxyde d'azote (NO₂), l'éthylène (C₂H₄), le méthane / GNL (CH₄), l'oxygène (O₂), l'azote (N₂), le dioxyde de carbone (CO₂) et leurs mélanges.
- **DIN 2827 : tuyaux flexibles pour produits chimiques** : Les matériaux prédéfinis sont 1.4571 ou 1.4404, et chaque tuyau flexible est marqué avec le numéro de matériau. Puisque les flexibles sont commandés en standard selon cette norme, le fabricant ne peut pas effectuer d'analyse de risques pour la résistance aux produits chimiques. Dans le cadre de l'évaluation des risques selon le § 5 de la loi sur la sécurité au travail, l'utilisateur doit contrôler la résistance du matériau au produit transporté. Selon la dangerosité du produit transporté, il faut procéder aux contrôles répétés à des intervalles appropriés.

Pour assurer une utilisation fiable des tuyaux flexibles, des mesures de protection techniques, organisationnelles et personnelles doivent être mises en œuvre. Les mesures techniques et organisationnelles ont toujours priorité. Si ces mesures ne permettent pas d'exclure toute sorte de risque, la mise à disposition ainsi que l'utilisation d'équipements de protection personnels efficaces est exigé.

Entreposage

Les conditions de l'entreposage peuvent affecter la longévité de tuyaux flexibles.

Des conditions indispensables pour un entreposage approprié sont :

- Complètement vider, purger et sécher les tuyaux avant entreposage.
- Entreposage dans un environnement frais, sec et peu poussiéreux; éviter la radiation directe du soleil et des UV; isoler les sources de chaleur proches.
- Les tuyaux flexibles ne doivent pas entrer en contact avec des matériaux susceptibles de susciter des détériorations.
- Les tuyaux flexibles et les tuyauteries doivent être entreposés couché, sans contrainte et sans flambage.
- En cas d'entreposage en rouleau, le rayon de courbure minimal indiqué par le fabricant doit être respecté.
- Obturation des extrémités de flexibles avec des capuchons afin de protéger l'intérieur du flexible contre l'encrassement et corrosion.
- En cas de tuyaux métalliques ondulés, éviter toute influence des halogénures comme chlorures, bromures ou iodures (danger de corrosion), de rouille erratique ou de couche mince de rouille.
- Protéger contre les influences atmosphériques en cas d'un entreposage à l'extérieur.
- En cas de tuyaux élastomères ou avec gaine extérieur non-métallique, entreposer protégé contre lumière et à une place doucement aéré, et à températures entre 15°C et 25°C. Eviter des températures excédants +30° ou sous -30°C.
- Après un entreposage de 3 années dès la date de la manufacture ou de l'inspection dernière, les tuyaux élastomères doivent être de nouveau soumis à une inspection avant l'installation.

Maintenance, entretien, inspection

Nettoyage

Le tuyau flexible doit être nettoyé et rincé après utilisation et avant chaque contrôle. En cas de nettoyage avec de la vapeur ou des additifs chimiques, considérer les résistances des composants des tuyaux flexibles. (Attention: l'utilisation de lances vapeur est interdite).

Délais de contrôle

L'état de sécurité de fonctionnement de tuyaux flexibles soumis à obligation de contrôle doit être vérifié et documenté par une personne compétente:

- avant la première mise en service (tuyaux flexibles fournis prêts à l'utilisation: contrôles de qualité par prélèvements)
- après la première mise en service à intervalles réguliers - chaque tuyauterie individuelle - (délai de contrôle par exemple pour tuyaux flexibles thermoplastiques et élastomères, au minimum 1 fois par an, tuyaux pour vapeur tous les 6 mois. Une contrainte plus sévère exige des délais de contrôle plus courts, par exemple en cas de contrainte mécanique, dynamique ou chimique accrue),
- après une réparation, contrôler chaque tuyauterie individuelle.

Etendue de contrôle

La nature et l'étendue du contrôle (par exemple contrôle de pression, contrôle visuel, contrôle de la conductibilité électrique, etc.) sont définies par exemple par les "personnes compétentes" selon l'ordonnance sur la sécurité de fonctionnement ou T002 (BGI 572). Le résultat doit être documenté.

Réparation

Les réparations de tuyaux flexibles ne doivent être effectuées que par une "personne compétente" selon l'ordonnance sur la sécurité de fonctionnement et doivent être suivies d'un contrôle, d'un marquage et d'une documentation.

Les particularités suivantes sont applicables par exemple aux types de tuyaux flexibles mentionnés ci-dessous :

Tuyaux flexibles pour vapeur

- Ne pas utiliser les tuyaux flexibles pour autres produits /fluides que de la vapeur. Prendre en compte le vieillissement rapide du tuyau élastomère.
- Veiller à réaliser un vidange complet des condensats afin d'éviter les dommages structurels ("popcorning") résultant de l'intrusion d'eau dans la couche interne et de l'évaporation lors d'une nouvelle injection avec de la vapeur.
- Eviter la dépression provoquée par le refroidissement du tuyau flexible obturé aux deux extrémités.
- Prévoir des mesures de précaution contre les températures de surface (risque de combustion).

Tuyaux flexibles métalliques

Dans le cas de tuyaux flexibles métalliques sans gaine extérieure isolante, le risque de combustion est accru en cas d'utilisation avec de la vapeur du fait de la conductibilité thermique élevée.

- Les tuyaux flexibles métalliques sont suffisamment conductibles sans mesures supplémentaires.
- Veiller particulièrement aux dommages de l'éventuelle tresse métallique et à la déformation du flexible (par exemple cintrage).
- Éviter toute influence de chlorures, bromures ou iodures, de rouille erratique ou de couche mince de rouille lors de l'entreposage.

Tuyaux flexibles avec couche intérieure thermoplastique

- Protéger la chemise intérieure des dommages provoqués par pliage et écrasement du flexible par l'extérieur.

REMARQUE :

Concernant l'utilisation appropriée de tuyaux flexibles, il faut également respecter les instructions globales de la fiche technique T002 (BGI 572) ainsi que les règlements correspondants en matière de sécurité au travail.

Design des tuyaux métalliques

Influence des conditions de service sur le design des tuyaux métalliques

Etant donné les différents types d'application possibles, les pressions de service et rayons de courbure indiqués dans les tableaux sont à utiliser uniquement comme base de référence. Ces données sont établies pour une fatigue à dominante et une température ambiante (20 °C). Les valeurs de pression bénéficient au moins d'une sécurité triple par rapport à la pression d'éclatement. Le niveau de la pression d'épreuve est fixé par la directive sur les équipements sous pression ou par la norme DIN EN ISO 10380, à moins que l'utilisateur ne stipule une pression d'épreuve plus élevée. Des conditions de service (comme un débit pulsant et irrégulier, le type et la fréquence des mouvements, une température de service plus élevée, etc.) présentent des contraintes supplémentaires pour le matériau du tuyau. Les tableaux et diagrammes suivants tiennent compte de ces facteurs en vue de la sécurité de service et de la longévité du produit.

Mouvement unique : Rayon de courbure minimal pour mouvement unique établi selon DIN EN ISO 10380 6.2.

Mouvement fréquent : Pour mouvements répétés sans plus grande contrainte dynamique.

Mouvement dynamique : Pour mouvements dynamiques, recalculer le rayon R_b à l'aide des facteurs de correction f_t et f_{dyn} selon le tableau.

Calcul de la pression de service admissible:

$$P_{adm.} = P_{max.} \cdot f_t \cdot f_{dyn.}$$

$P_{adm.}$ = pression de service admissible (bar)

f_t = facteur de sécurité pour température élevée

P_{max} = pression de service selon tableau (bar)

f_{dyn} = facteur de sécurité pour contrainte dynamique

Calcul du rayon de courbure admissible:

$$R_{dyn.} = \frac{R_b}{2,98} \left(1,09 + f_t \cdot f_{dyn.} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_{dyn.}} \right)$$

$R_{dyn.}$ = rayon de courbure pour contrainte dynamique (mm)

f_t = facteur de sécurité pour température élevée

R_b = rayon de courbure selon tableau (mm)

$f_{dyn.}$ = facteur de sécurité pour contrainte dynamique

Facteurs de correction pour les tuyauteries

Facteurs de correction pour températures élevées

Matière	Température de service (°C)	-200 bis -20	20	50	100	120	150	200	250	300	350	400	450	500	550
X5CrNi18-10 (1.4301)		1,00	1,00	0,90	0,73	0,70	0,66	0,60	0,55	0,51	0,49	0,48	0,46	0,46	0,46
X6CrNiTi18-10 (1.4541)		1,00	1,00	0,93	0,83	0,81	0,78	0,74	0,70	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)		1,00	1,00	0,90	0,73	0,70	0,67	0,61	0,58	0,53	0,51	0,50	0,49	0,47	0,47
X6CrNiMoTi-17-12-2 (1.4571)		1,00	1,00	0,92	0,80	0,78	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,58
X2CrNiMo18-14-3 (1.4435)		1,00	1,00	0,90	0,74	0,70	0,66	0,61	0,56	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,47

Autres matières sur demande

Facteurs de correction pour contrainte dynamique

Écoulement*	Mouvement	Aucune vibration mouvement lent et faible	Vibration faible mouvement répété et uniforme	Vibration forte mouvement cyclique continu
Écoulement statique ou lent et continu		1,00	0,80	0,40
Écoulement pulsant et important		0,80	0,64	0,32
Écoulement cyclique et irrégulier		0,40	0,32	0,16

*les écoulements dépassant le nombre de Reynolds 5×10^4 peuvent créer des turbulences dommageables pour les tuyaux onduleux. Veuillez consulter nos services techniques.

Exemple de calcul

Tuyau onduleux type TUBOFLEX® en acier inox matière 1.4301, MW 22 U1, DN 50 installé à une température de 300 °C. Ce tuyau subit de faibles vibrations ainsi que d'un mouvement répété uniforme avec un écoulement pulsant et important.

$$P_{\max.} = 40 \text{ bar}$$

$$R_b = 280 \text{ mm}$$

$$f_t = 0,51$$

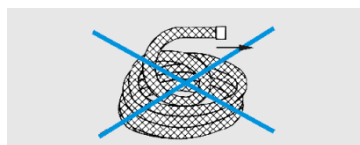
$$f_{\text{dyn.}} = 0,64$$

$$P_{\text{adm.}} = P_{\max.} \cdot f_t \cdot f_{\text{dyn.}} \quad R_{\text{dyn.}} = \frac{R_b}{2,98} \left(1,09 + f_t \cdot f_{\text{dyn.}} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_{\text{dyn.}}} \right)$$

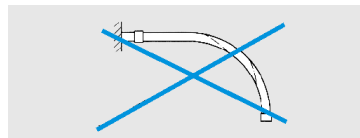
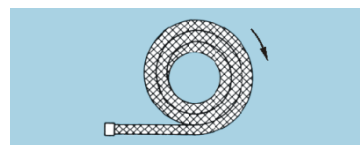
$$P_{\text{adm.}} = 40 \cdot 0,51 \cdot 0,64 \quad R_{\text{dyn.}} = \frac{280}{2,98} \left(1,09 + 0,51 \cdot 0,64 + \frac{1}{0,51} + \frac{1}{0,64} \right)$$

$$P_{\text{adm.}} = 13,0 \text{ bar} \quad R_{\text{dyn.}} = 465 \text{ mm}$$

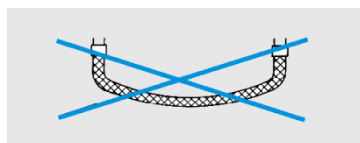
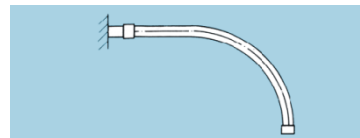
Consignes de montage de tuyauteries



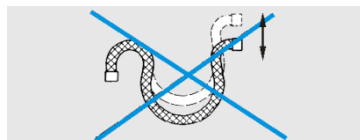
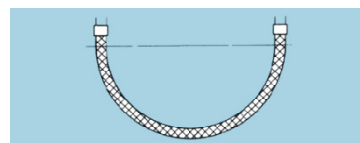
Ne pas tirer le tuyau, mais le dérouler.



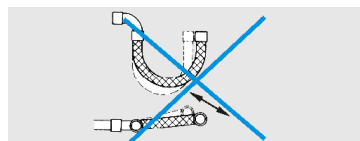
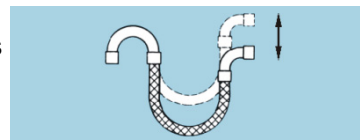
Ne pas tordre le tuyau, mais l'installer sans aucune torsion.



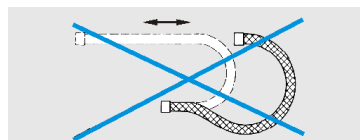
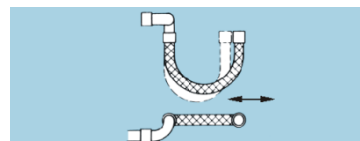
Ne pas dimensionner trop court, mais déterminer la longueur de montage correcte.



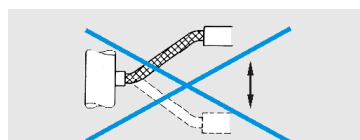
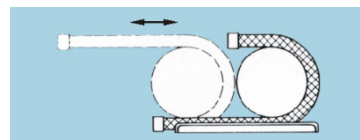
Ne trop cintrer le tuyau, mais utiliser des coudes pour déviation.



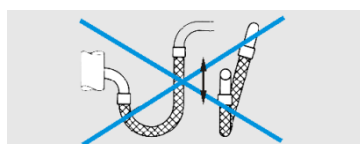
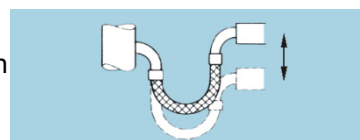
Ne pas déplacer transversalement au plan de montage, mais dans le plan de montage seulement.



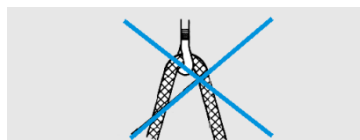
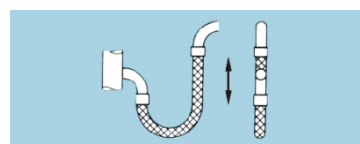
Éviter toute affaissement du tuyau par son propre poids, mais utiliser un support.



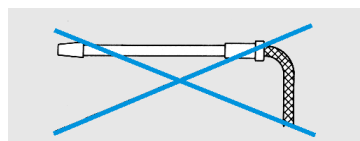
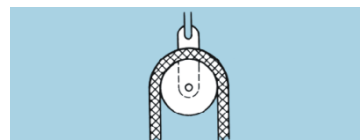
En cas d'absorption de mouvements importants ne pas prévoir une installation en ligne, mais une installation en forme de U.



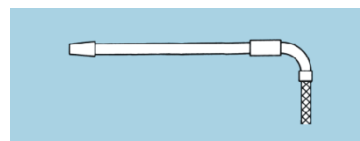
Éviter un raccordement désaxé, mais disposer dans un seul plan.

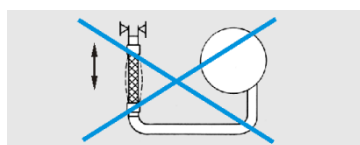


Ne trop cintrer le tuyau lors de la suspension, mais prévoir une collerette.

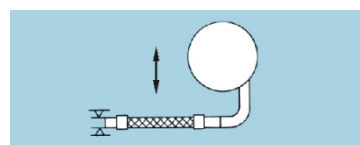


Ne trop cintrer à l'extrémité du tuyau, mais prévoir des coudes rigides.

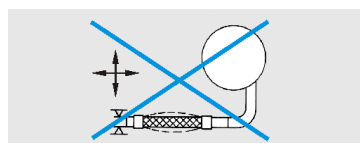




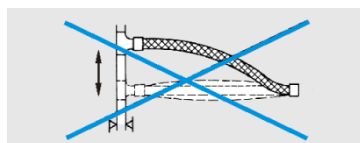
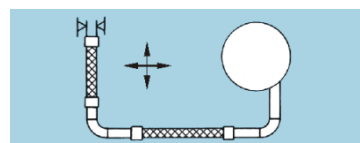
Ne pas absorber de vibrations dans la direction axiale, mais installer le tuyau perpendiculairement par rapport au mouvement.



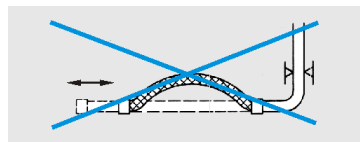
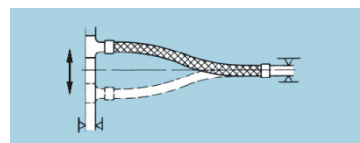
Consignes de montage pour tuyauteries



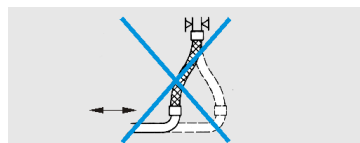
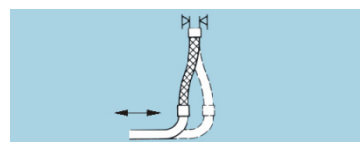
Ne pas absorber de mouvements de toute directions par un seul tuyau, mais utiliser une conduite coudée.



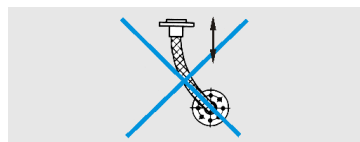
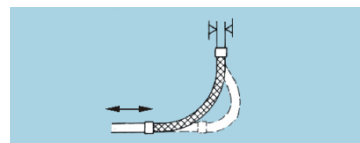
Ne pas déplacer le tuyau d'un seul côté, mais disposer au milieu.



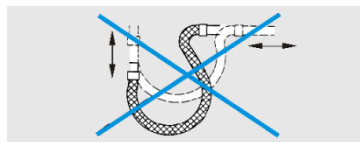
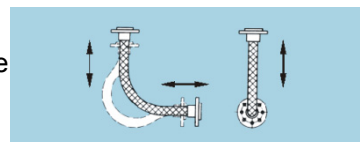
Ne pas permettre de mouvements axiaux, mais installer le tuyau perpendiculairement par rapport à son axe.



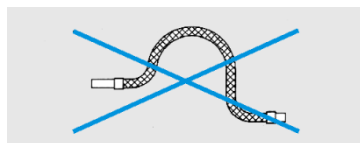
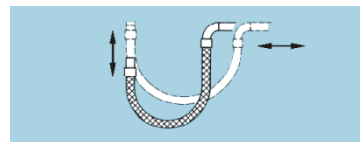
Éviter tout mouvement latéral trop important, mais installer le tuyau à 90°.



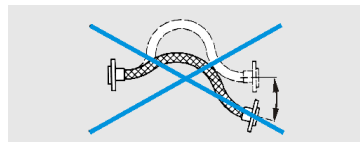
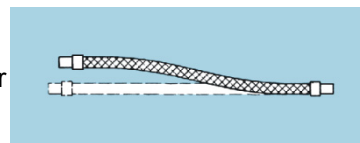
Ne pas tordre le tuyau lors du mouvement, mais assurer l'absorption de mouvements dans le plan de la flexion seulement (exempt de torsion).



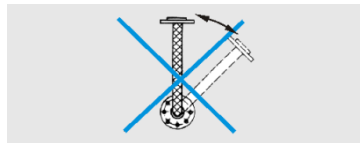
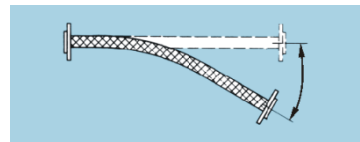
Ne trop cintrer aux extrémités du tuyau, mais prévoir des coudes.



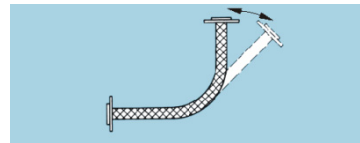
Ne pas utiliser une longueur de tuyau quelconque, mais déterminer la longueur exacte.

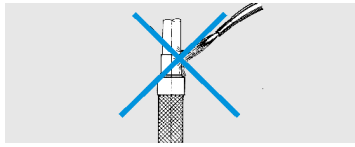


Ne pas dimensionner trop long, mais déterminer la longueur correcte.

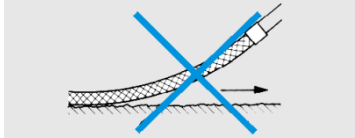
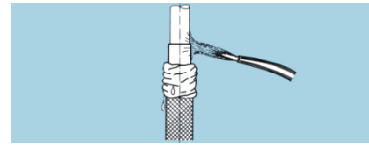


Ne pas tordre le tuyau de manière non conforme, mais le cintrer (exempt de torsion) dans le plan du mouvement.

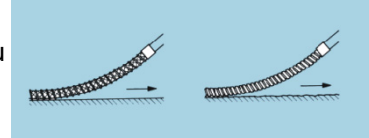




Ne pas surchauffer la soudure de raccordement, mais refroidir et éloigner le chalumeau de la tuyauterie.



Ne pas traîner le tuyau sur le sol sans protection, mais le protéger par un tuyau extérieur de protection.



Nous réservons tous droits sur ce document. La reproduction, la cession à tiers ou l'utilisation d'une autre manière soumise à notre autorisation écrite. En cas d'une infraction nous réclamerons des dommages-intérêts.

Senior Flexonics GmbH
Frankfurter Str. 199
D – 34121 Kassel

Tel: +49 561 2002 0
Fax: +49 561 2002 111

service@seniorflexonics.de
www.seniorflexonics.de