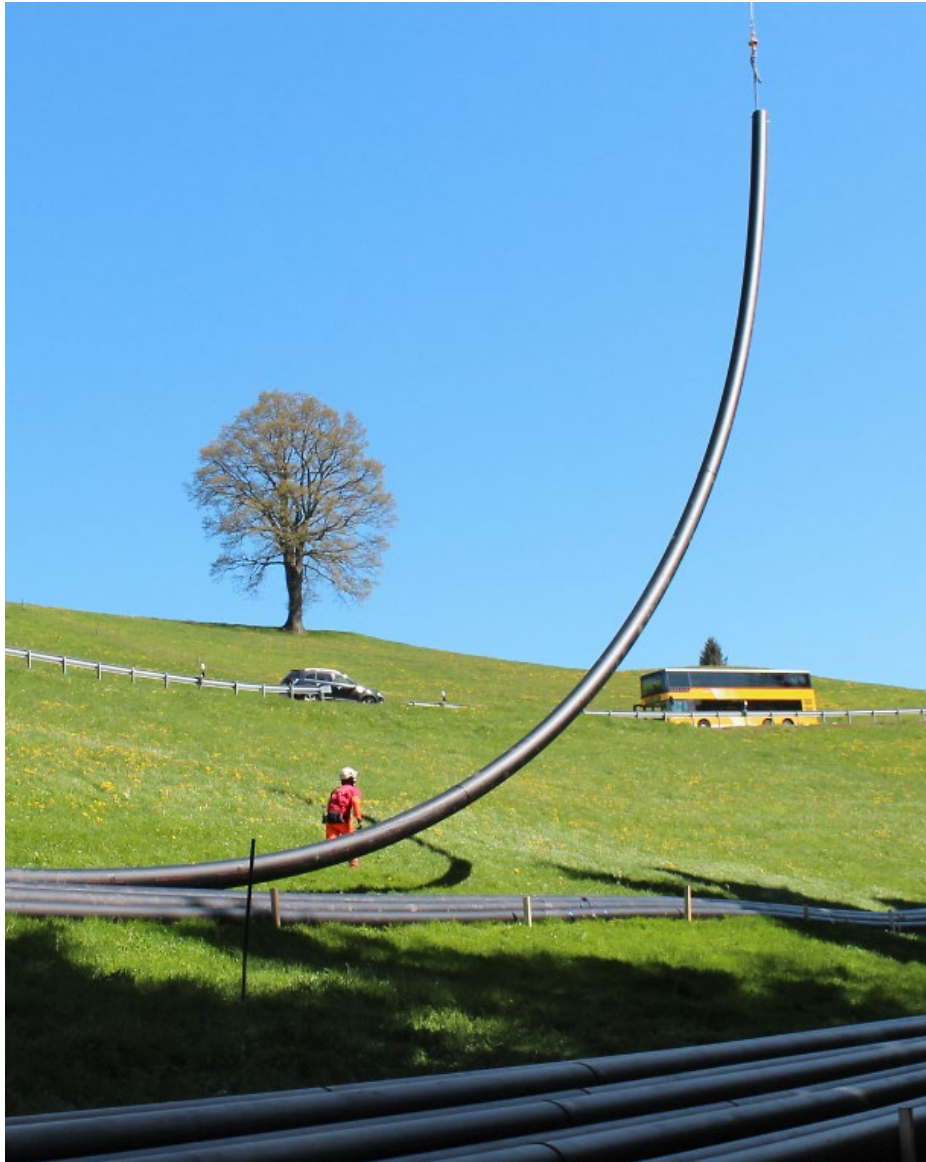


## **Directive / guide pour les conduites de PE sous pression enterrées dans les applications de gaz, d'eau et d'énergie**



---

**Révision / nouvelle conception de l'édition actuelle:**  
Michael Gressmann, VKR, Aarau

---



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Généralités</b> .....	<b>5</b>
1.1	But .....	5
1.2	Domaine d'application .....	6
1.3	Téléchargement .....	6
<b>2</b>	<b>Pourquoi opter pour un système de conduites en PE</b> .....	<b>8</b>
2.1	Durée de vie >100 ans .....	9
2.2	Taux de dommages très faible .....	10
2.3	Fiable même sous contrainte .....	12
2.4	Système de conduites complet et fiable .....	13
2.5	Résistance à la corrosion .....	14
2.6	Homologué pour le contact avec l'eau potable .....	15
2.7	Pose simple et rapide .....	16
2.8	Écologie .....	17
2.9	Efficacité des coûts .....	20
<b>3</b>	<b>Principes</b> .....	<b>22</b>
3.1	Propriétés physiques .....	22
3.2	Classification du matériau .....	23
3.3	SDR et séries de tubes .....	24
3.4	Niveaux de pression .....	25
3.5	Limites de température .....	26
3.6	Résistance à l'abrasion .....	28
3.7	Autres bases de calcul pour le dimensionnement .....	28
3.8	Compréhension des coûts / soumission .....	34
<b>4</b>	<b>Tubes</b> .....	<b>36</b>
4.1	Tubes monocouche à paroi compacte (type 1) .....	36
4.2	Tubes multicouches à paroi compacte (type 2) .....	37
4.3	Tubes avec revêtement supplémentaire (type 3) .....	37
4.4	Tubes avec couches intermédiaires fonctionnelles .....	38
4.5	Identification .....	39
4.6	Transport et stockage .....	41
4.7	Homologations .....	44
<b>5</b>	<b>Technique d'assemblage</b> .....	<b>46</b>
5.1	Soudage .....	46
5.2	Assemblages mécaniques .....	51
<b>6</b>	<b>Sécurité et ergonomie</b> .....	<b>55</b>
6.1	Protection de la santé et sécurité au travail .....	55
6.2	Conditions de chantier ergonomiques .....	56

<b>7</b>	<b>Technique de pose</b> .....	<b>59</b>
7.1	Exigences en matière de personnel, de matériel et de propreté .....	59
7.2	Fouilles .....	60
7.3	Technique de pose sans fouille .....	68
7.4	Réparations .....	71
7.5	Mesures d'ordre constructif .....	75
7.6	Contrôle de réception .....	78
7.7	Élimination des déchets .....	79
<b>8</b>	<b>Mise en service</b> .....	<b>80</b>
8.1	Essai de pression .....	80
8.2	Nettoyage, rinçage et désinfection .....	90
8.3	Remplissage et purge .....	92
<b>9</b>	<b>Normes et prescriptions</b> .....	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>Annexes</b> .....	<b>93</b>
10.1	Pourquoi le PE .....	93
10.2	Bases de planification .....	94
10.3	Guide et directives de pose .....	95
<b>11</b>	<b>Impressum</b> .....	<b>96</b>
11.1	Editeur .....	96

## Disclaimer

Ce guide a été élaboré au sein d'un groupe de travail du VKR et comprend les expériences de ses membres. Les informations publiées ont été rassemblées avec soin, mais ne prétendent pas être actuelles, correctes ou complètes. Une garantie n'est pas assurée. Le VKR se réserve le droit de changer, ajouter ou de supprimer le contenu ou parties du contenu à tout moment et sans préavis.

# 1 Généralités

## 1.1 But

La brochure "Guide et directives de pose de conduites pression enterrées en PE dans la distribution de gaz et eau" décrit

- les avantages économiques des systèmes de conduites en matière synthétique
- les instructions de pose pour les monteurs de réseaux
- les principes de planification pour les ingénieurs

Cette brochure a pour but de fournir les informations spécifiques nécessaires à la planification et à la pose de conduites souterraines en polyéthylène et de satisfaire aux exigences

- des planificateurs et des utilisateurs en matière de choix du matériau,
- des planificateurs en matière de dimensionnement approprié aux matériaux
- des monteurs de réseaux de tuyauteries pour une installation conforme aux règles de l'art.

Pour concilier ces intérêts, la brochure principale sera complétée par une rubrique spécifique relative à chacun de ces 3 trois groupes-cible.

La brochure se base sur les expériences et les connaissances des membres. Malgré une recherche scrupuleuse, aucune responsabilité n'est prise en charge quant à l'exactitude du contenu des informations. Des modifications demeurent réservées. Ce guide est émis sans garantie. Il propose des informations techniques sur la base des connaissances au jour de leur émission. Elles sont émises sans engagement et ne dispensent pas les utilisateurs de prendre les précautions requises, d'apporter tout le soin et la diligence nécessaire et de respecter les dispositions légales et ainsi que les normes en vigueur. Des dispositions différentes de celles du présent guide peuvent être adoptées par des services publics locaux.

Pour ce qui est des informations spécifiques à un produit, notamment celles concernant la mise en œuvre et la pose, les données du fabricant font foi.

## 1.2 Domaine d'application

Les présentes directives se réfèrent aux conduites enterrées en polyéthylène (PE100, PE100-RC), et plus particulièrement aux conduites dans la distribution de gaz et d'eau. Elles complètent en ce sens les directives SSIGE-W4 et SSIGE-G2.

## 1.3 Téléchargement

La mise à jour de cette brochure peut être assurée par l'association tubes et raccords en matières synthétiques (VKR) sous forme électronique uniquement, sur le site du VKR. Vous pouvez télécharger gratuitement la version la plus récente.

Par le scan du code QR ci-joint, vous accédez directement au site Internet du VKR avec votre smartphone.

[vkr.ch](http://vkr.ch)

Vous y trouverez également la version actuelle du guide; cliquez sur les diverses rubriques, pour les ouvrir.



Dans le document principal, à différents endroits, il est fait référence à des annexes spécifiques. Celles-ci sont subdivisées en symboles pour les 3 groupes cible et associées à une couleur :

Annexes	Pourquoi le PE	Bases de planification	Guide de pose
Groupe cible	Tous les décideurs lors du choix des matériaux	Bureaux d'études et de planification	Monteurs en tuyauterie
Symbole			
QR-Code			

La version imprimée du document principal de ce guide ne contient pas d'annexes, car celles-ci sont continuellement développées et optimisées par le VKR pour en faciliter l'utilisation.

Vous pouvez télécharger les dernières annexes en cliquant sur les liens suivants.

<b>Pourquoi le PE</b>	<a href="http://www.vkr.ch/rl02/Pourquoi%20le%20PE">www.vkr.ch/rl02/Pourquoi le PE</a>
<b>Base de planification</b>	<a href="http://www.vkr.ch/rl02/base%20de%20planification">www.vkr.ch/rl02/base de planification</a>
<b>Guide de pose</b>	<a href="http://www.vkr.ch/rl02/guide%20de%20pose">www.vkr.ch/rl02/guide de pose</a>

Vous trouverez un aperçu de toutes les annexes à la date de leur émission dans le chapitre "Directives et normes".

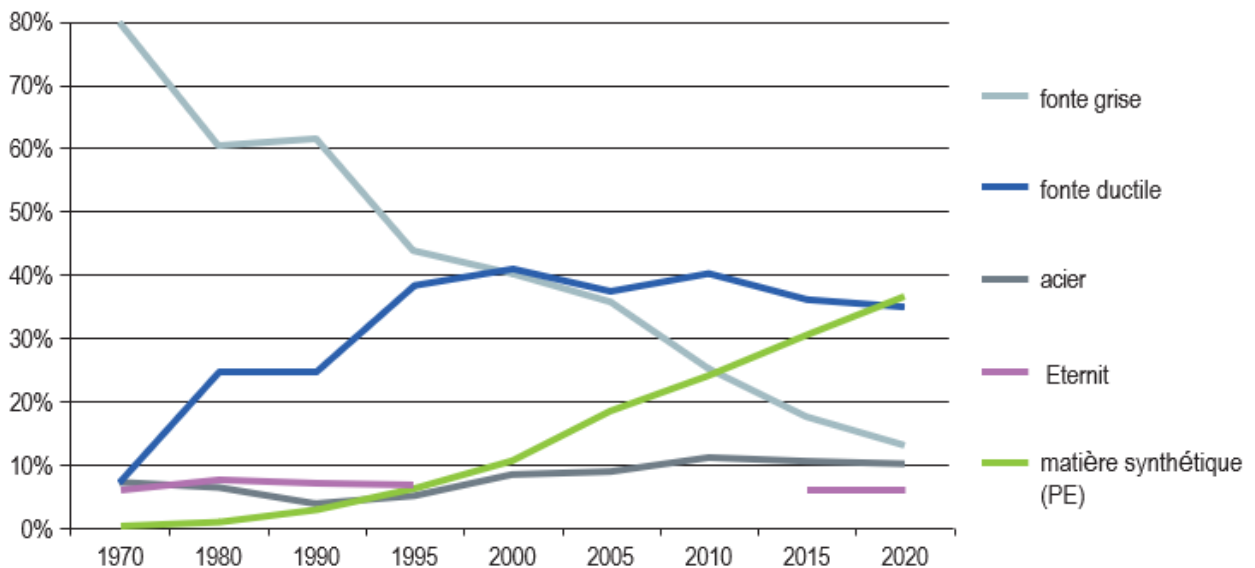
## 2 Pourquoi opter pour un système de conduites en PE

Les investissements réalisés dans les réseaux de conduites pression représentent pour les entreprises de distribution de gaz et d'eau un capital financier important (en Suisse, dans la distribution d'eau, environ 80% du total des investissements sont absorbés par les conduites et seulement 20% par les installations !). Outre les exigences pour le consommateur (p. ex. sécurité, qualité du gaz/de l'eau potable, sécurité de l'approvisionnement, durabilité) le système de conduites choisi doit, lui aussi, satisfaire aux exigences économiques des services publics : ici, ce ne sont pas seulement les coûts de production pour les composants des conduites qui sont primordiaux mais le total des frais de fonctionnement pour la construction, le fonctionnement et la maintenance.

### Succès grandissant des tubes PE

Au cours des dernières décennies, les systèmes de conduites en polyéthylène ont connu un taux de croissance énorme dans toute l'Europe, car leurs performances dépassent celles des matériaux de conduites traditionnels.

### Matériaux de conduites depuis 1970 (y compris les conduites de raccordement domestique)



Source : Statistique SSIGE W15001 – Suisse 2020



Les principales raisons pour lesquelles les responsables de la distribution de gaz et d'eau utilisent des conduites pression enterrées en PE sont les suivantes :

- Fiabilité du système, de la technique de raccordement et le taux de dommages le plus faible pouvant être prouvé parmi tous les matériaux.
- Longévité avérée avec une durée d'utilisation de >100 ans.
- Faible gaspillage de ressources et meilleur bilan écologique prouvés.
- Solution la plus économique en termes de coûts d'exploitation globaux.
- Absence de corrosion
- Grande flexibilité des matériaux et de la technique de raccordement
- Poids réduit



## 2.1 Durée de vie >100 ans

En 1961, les Farbwerken Höchst utilisaient déjà les ancêtres du polyéthylène actuel. Ces conduites ont été utilisées en permanence pendant 41 ans, jusqu'en 2002.

Plusieurs tests effectués sur les conduites démontées (cf. fig. à droite) ont montré qu'il leur restait une durée de vie de 27 ans et que leur durée de vie minimale de 50 ans était donc largement dépassée.

Pour les matériaux de conduites modernes en polyéthylène (PE100 ou PE100-RC avec un comportement au fluage nettement plus favorable et une meilleure stabilisation thermique), on peut s'attendre à une **durée de vie minimum de 100 ans** si la mise en œuvre est conforme aux règles de l'art



Pour plus de détails à ce sujet, veuillez consulter le rapport technique suivant:

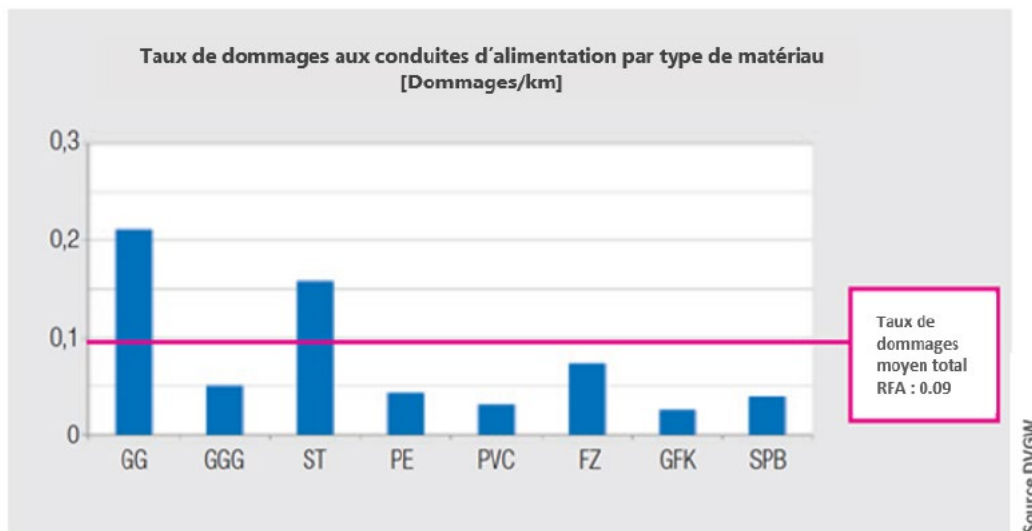
<http://www.hessel-ingtech.de/pdf/restlebensdauer.pdf>

## 2.2 Taux de dommages très faible

### Taux de dommages minimum - frais de maintenance minimaux

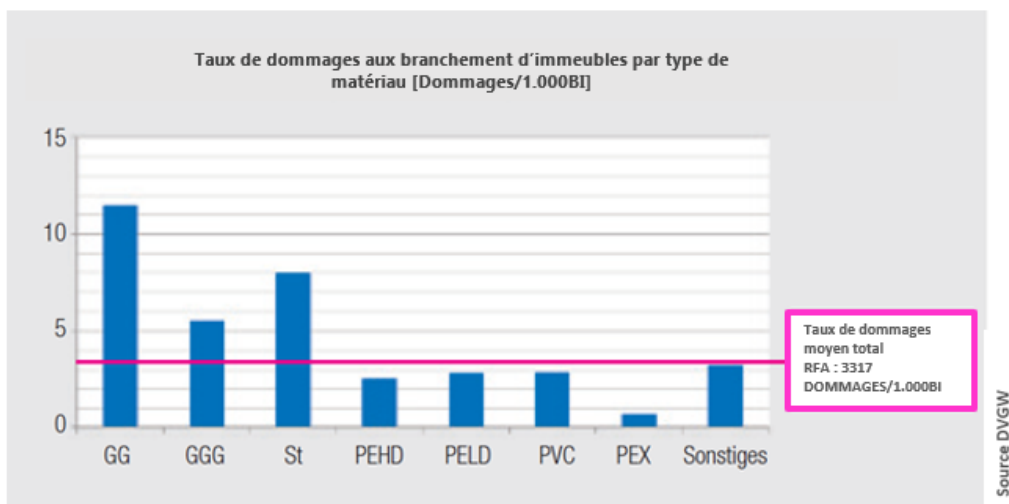
Le faible taux d'endommagement des conduites en PE dans les statistiques sur les dommages (approvisionnement d'eau en Allemagne) prouve que le polyéthylène offre des systèmes de conduites plus fiables et plus durables par rapport aux matériaux traditionnels.

Distribution d'eau en Allemagne (conduites d'alimentation 2010-2012)



GG	Fonte grise	PVC	Chlorure de polyvinyle
GGG	Fonte ductile	FZ	Fibre-ciment
ST	Acier	GFK	Matières synthétiques renforcés de fibres de verre
PE	Polyéthylène	SPB	Béton précontraint

Distribution d'eau en Allemagne (branchement d'immeubles 2010-2012)



GG	Fonte grise	PELD	Polyéthylène LD
GGG	Fonte ductile	PVC	Chlorure de polyvinyle
St	Acier	PEX	Polyéthylène réticulé
PEHD	Polyéthylène HD	Autres	Autres

La fréquence réduite des dommages causés par les systèmes de conduites en PE signifie, outre une plus grande sécurité d'approvisionnement, des efforts et des coûts moindres pour la maintenance et la réparation du réseau de conduites.

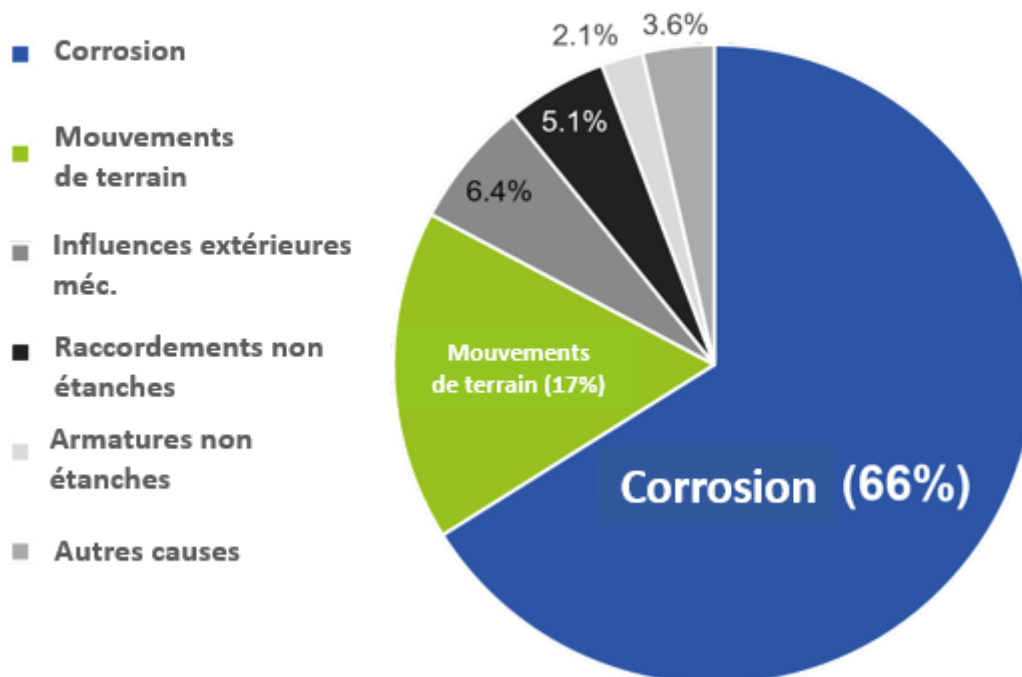


Les statistiques actuelles sur l'eau de la DVGW sont disponibles sur : <http://www.strukturdatenerfassung.de/auswertung/wasser/>

Les statistiques actuelles sur le gaz de la DVGW sont disponibles sur : <http://www.strukturdatenerfassung.de/auswertung/gas/>

L'enquête menée jusqu'à présent par la SSIGE ne permet malheureusement pas, à l'heure actuelle, d'établir une statistique détaillée des dommages par matériau de tuyauterie. La statistique de la SSIGE recense toutefois les types de dommages suivants :

### Dégâts dans le réseau SSIGE 2020



Source: SSIGE W 15 001 d/f, édition 2021

Nombre de dégâts du réseau fig. 2.10 nombre de dégâts 2020

## 2.3 Fiable même sous contrainte

La flexibilité et la résistance des conduites sous contraintes mécaniques extérieures représentent des critères importants, notamment dans les zones soumises à l'activité sismique, comme les tassements et les mouvements de terrain. Dans les statistiques de la SSIGE sur les dommages aux réseaux, le tassement est le 2e type de dommage que l'on rencontre le plus fréquemment.

Au Japon, après les tremblements de terre et les tsunamis de ces dernières années, les matériaux utilisés pour les conduites et leur probabilité d'endommagement ont été étudiés dans les trois villes touchées, Tome, Kurihara et Osaki. Grâce à sa flexibilité et à sa résistance aux fissures, le polyéthylène a montré une fréquence de dommages plusieurs fois inférieure à celle des matériaux de conduites traditionnels en métal. L'utilisation du PE a connu une croissance rapide au Japon depuis ces événements.



## 2.4 Système de conduites complet et fiable

En Europe, les tubes et les raccords en polyéthylène sont utilisés avec succès dans l'approvisionnement en gaz et en eau depuis les années 50 déjà.

De tous les matériaux utilisés pour les conduites de gaz et d'eau, les tubes et les raccords en PE sont ceux qui répondent le mieux aux normes et la qualité des produits est régulièrement contrôlée par des entreprises tierces chez les fabricants.

Le système complet - composé de tubes en PE résistants, de raccords en PE homogènes et d'une technique de raccordement sûre (soudage) dans des dimensions allant jusqu'à  $d_n$  1200 mm - permet une utilisation continue et économique dans toutes les applications de la distribution de gaz et d'eau.


Le soudage par liaison de la matière aux points de raccordement homogènes assure une étanchéité durable et donc un réseau de conduites fiable et sûr.

Le système est complété par le certificat de soudeur. Les soudeurs PE doivent être titulaires d'un certificat de soudeur valable selon la SSIGE G2 (gaz), W4 (eau) et F2 (froid à distance/anergie), conformément à la SSIGE GWF101. Ces soudeurs sont formés par la VKR ou l'ASS conformément au règlement de formation et d'examen GWF101 de la SSIGE et sont régulièrement recertifiés afin de garantir une qualité de raccordement élevée.

La sécurité de ce système global est également prouvée par le faible taux d'endommagement des réseaux de conduites en PE.



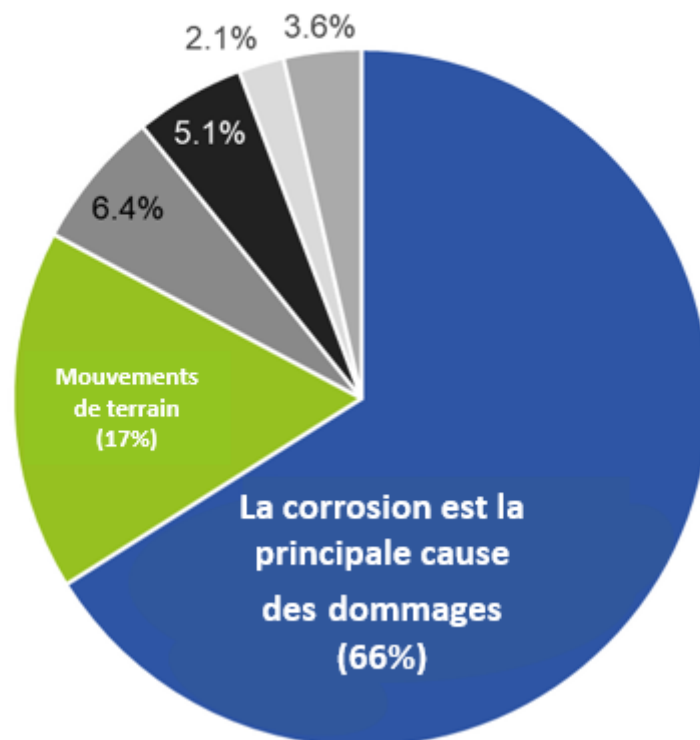
<b>VKR</b>	<b>ZERTIFIKAT</b>	<b>SVS ASS</b>
	<b>VKR 19.15709</b>	
PE/PVC Schweissen und Verlegen Soudage et pose Saldatura e posa	Name: XXXXXXXXX	
	Vorname: XXXXX	
	Geb.-Datum: XX.XX.XXXX	
	Kurs: EA 157	
	gültig bis: 02/22	

	
123456789012345678901234567890	
Unterschrift	
	
Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile <b>VKR</b> www.vkr.ch	Schweizerischer Verein für Schweißtechnik <b>SVS ASS</b> www.svs.ch

## 2.5 Résistance à la corrosion

En Suisse, dans les réseaux de distribution d'eau, la corrosion des conduites en métal constitue un problème majeur, car elle est à l'origine de 65% des dommages.

### Dégâts dans le réseau SSIGE 2020



Source: SSIGE W 15 001 d/f, édition 2021  
Nombre de dégâts du réseau fig. 2.10 nombre de dégâts 2020

La corrosion est inexistante pour les conduites en polyéthylène dans les applications de gaz, d'eau et de froid à distance / énergie, les tubes PE sont résistants à la corrosion, même dans des sols particulièrement agressifs.

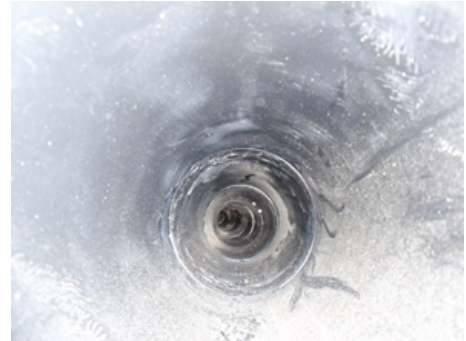
En outre, ils ne présentent aucune incrustation lors du transport d'eau potable et ne provoquent pratiquement pas de pertes de charge grâce à la paroi intérieure très lisse du tube.

De plus, pour les conduites en PE, une protection ultérieure et laborieuse du joint soudé n'est pas nécessaire.

La statistique actuelle de l'eau W15001 et la statistique actuelle du gaz G15001 peuvent être achetées en ligne dans le shop de la SSIGE (<https://www.svgw.ch>).

## 2.6 Homologué pour le contact avec l'eau potable

L'eau potable est la denrée la plus importante de notre alimentation. Les exigences auxquelles doivent répondre les tubes et les produits transportant l'eau potable sont donc élevées. Les tubes, raccords et vannes en polyéthylène répondent à toutes les exigences requises du point de vue chimique, technique et hygiénique. Ils assurent également un transport fiable du gaz. Des études indépendantes sur le thème du biofilm (croissance microbienne), montrent clairement que la colonisation de micro-organismes sur tous les matériaux des conduites se développe à peu près dans les mêmes proportions après une durée de fonctionnement de 2 ans. De plus, dans le cadre de l'homologation SSIGE, chaque élément de la conduite en PE est soumis à un contrôle organoleptique et analytique (chimique) pour vérifier sa compatibilité avec l'eau potable selon KTW W270.



Pour plus de détails sur ce sujet, veuillez consulter la rubrique "Annexes" "Pourquoi le PE" sous:

[www.vkr.ch](http://www.vkr.ch)

[Annexe 2.6 PE+ FAQ - Biofilm & qualité de l'eau potable](#)





## 2.7 Pose simple et rapide

Le faible poids et la flexibilité du polyéthylène, combinés aux méthodes modernes d'installation sans excavation et à une technique d'assemblage efficace (notamment la soudure bout à bout et l'électrofusion), garantissent une installation rapide et facile. Cela a un effet positif sur les coûts d'installation en raison des facteurs suivants :

- Maniement aisé (moins d'efforts pour le transport)
- Dimensions réduites de la fouille (moins de frais d'excavation et de remblayage)
- Nombre minimum de composants (flexion directe du tube pour l'adapter au tracé et à la direction, colliers de prise utilisés comme dérivation)
- Cycles de soudage rapides (faible coût pour le raccordement des tubes)
- Techniques de pose sans fouille pour les nouvelles constructions et méthodes de relining pour la rénovation



Pour plus de détails sur ce sujet, veuillez consulter la rubrique "Annexes" "Pourquoi le PE" sous:

[www.vkr.ch](http://www.vkr.ch)

[Annexe 2.7 PE + Rapport - Technique de pose sans fouille](#)

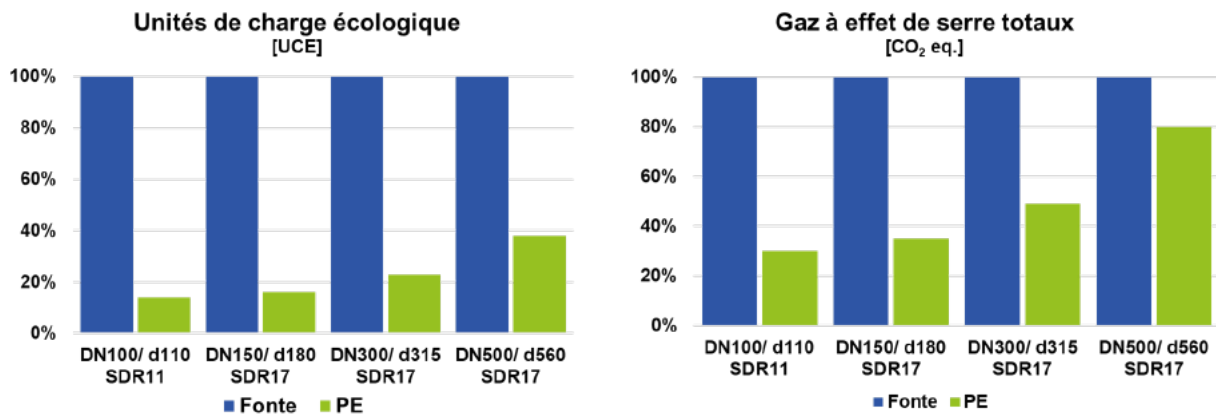




## 2.8 Écologie

### Données d'écobilan de la KBOB

Le site web de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB) publie des données d'écobilan pour le secteur de la construction. Ces données ont été publiées pour la première fois en 2009 et sont depuis régulièrement mises à jour. Dans les données d'écobilan KBOB pour les tubes, la mesure de référence est le kg. La comparaison de cette valeur utilisée seule est trompeuse. En revanche, si l'on compare un tronçon de conduite de 100 m ou par mètre linéaire pour la dimension concernée, il devient rapidement évident que les points de charge environnementale ainsi que les gaz à effet de serre sont plusieurs fois inférieurs pour le PE à ceux des tubes en fonte. Dans la comparaison présentée, les tuyaux en fonte revêtus de mortier de ciment (FZM) ont été comparés aux tubes en PE100.



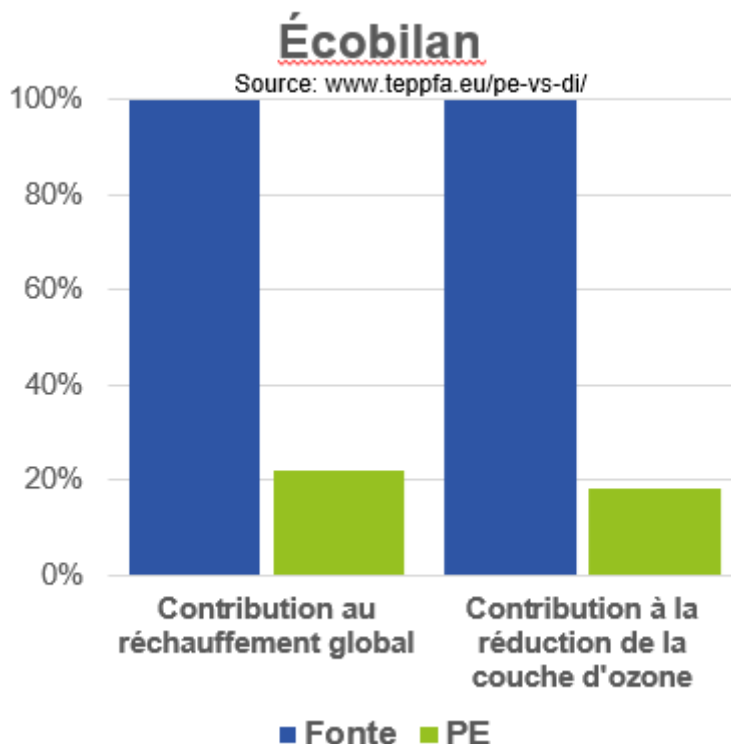
Source: [www.kbob.admin.ch](http://www.kbob.admin.ch) 2009/1: 2022

Les valeurs présentées ci-dessus ne prennent en compte que la fabrication et l'élimination. Aucune valeur n'est prise en compte pour le transport, la pose ou la phase d'utilisation. Cela permettrait d'améliorer encore la comparaison en faveur du PE.

### Étude du cycle de vie (cradle-to-grave)

L'institut "Vito" (Flemish Institute of Technology) a réalisé, pour le compte de Teppfa (The European Plastic Pipes and Fittings Association), des analyses du cycle de vie (ACV) pour des systèmes de conduites en polyéthylène et un matériau de conduite métallique résistant à la flexion dans des réseaux enterrés de distribution de l'eau. Les résultats ont été résumés dans ce que l'on appelle des déclarations environnementales des produits (EPD = Environmental Product Declaration) et ont en outre été soumis à une expertise critique par la société "Denkstatt". Les résultats montrent que les systèmes de conduites en **polyéthylène ont un impact 5 fois moins important sur l'environnement** que les matériaux traditionnels.

Les résultats présentés sont "cradle to grave" ("du berceau à la tombe") et reflètent ainsi l'impact environnemental de la production des matières premières, du transport, de la pose et de l'installation ainsi que de l'utilisation pendant toute la durée de vie de la conduite jusqu'à son démontage et son recyclage en fin de vie.



Pour plus de détails sur ce sujet, veuillez consulter la rubrique "Annexes" "Pourquoi le PE" sous:

[www.vkr.ch](http://www.vkr.ch)

[Annexe 2.8 PE + Résumé - Analyse du cycle de vie Teppfa](#)



De plus amples informations en anglais, ainsi que les déclarations environnementales des produits, les rapports pour tiers (third party report) et l'expertise critique sur les analyses du cycle de vie réalisées par Vito, sont disponibles directement sur le site web de Teppfa : [teppfa.eu](http://teppfa.eu)

## Économies d'énergie grâce aux matières synthétiques

Outre les avantages techniques mentionnés ci-dessus, comme la résistance à la corrosion, les matières synthétiques présentent également des avantages écologiques. Grâce à leur légèreté et à leur effet isolant, les matières synthétiques conviennent à une multitude d'applications à faible consommation d'énergie : dans les véhicules, pour les emballages, dans les isolations et pour les systèmes de canalisation. Les matières synthétiques sont principalement produites à partir du pétrole. Environ quatre pour cent du pétrole extrait dans le monde est transformé en matières synthétiques. Les efforts visant à réduire la consommation de pétrole et d'autres combustibles fossiles ne signifient toutefois pas que l'on renonce à la matière synthétique - au contraire : l'utilisation de matières synthétiques permet de consommer moins d'énergie !

Dans une étude<sup>1</sup> Plastics Europe a quantifié l'impact de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre si les produits en matière synthétique étaient remplacés par d'autres matériaux.

Résultats :

- Les produits en matières synthétiques permettent des économies d'énergie significatives et la diminution des émissions de gaz à effet de serre
- Dans la plupart des cas, le remplacement des produits en matière synthétique par d'autres matériaux entraîne une augmentation de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre.

Remplacer un maximum de produits en matières synthétiques par d'autres matériaux nécessiterait 50% d'énergie en plus de ce que nous consommons à ce jour pendant l'ensemble du cycle de vie de tous les produits en matières synthétiques. En d'autres termes, les produits en matières synthétiques actuellement sur le marché ont permis de réaliser une économie d'énergie de 2400 millions de GJ par an. Ceci est comparable à une quantité de 50 millions de tonnes de pétrole réparties sur 200 gros pétroliers.

Pour plus de détails sur cette étude, veuillez consulter :

<https://plasticseurope.org/fr/developpement-durable/>

Pour continuer à améliorer l'écobilan des tubes en matières synthétiques, il est nécessaire de réduire les besoins en matières premières. Ceci est valable pour l'évolution des composantes des conduites mais aussi pour les utilisateurs et les concepteurs :

- Réduire encore les besoins en matériaux
- Utiliser des matériaux recyclés pour les parties les moins sollicitées
- Éviter tout surdimensionnement dans la planification (p. ex. diamètre, niveau de pression)

---

<sup>1</sup> Pilz, H., Brandt, B., Fehringer, R. (2010): Die Auswirkungen von Kunststoffen auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in Europa. Denkstatt GmbH im Auftrag von PlasticsEurope, Brüssel, Belgien

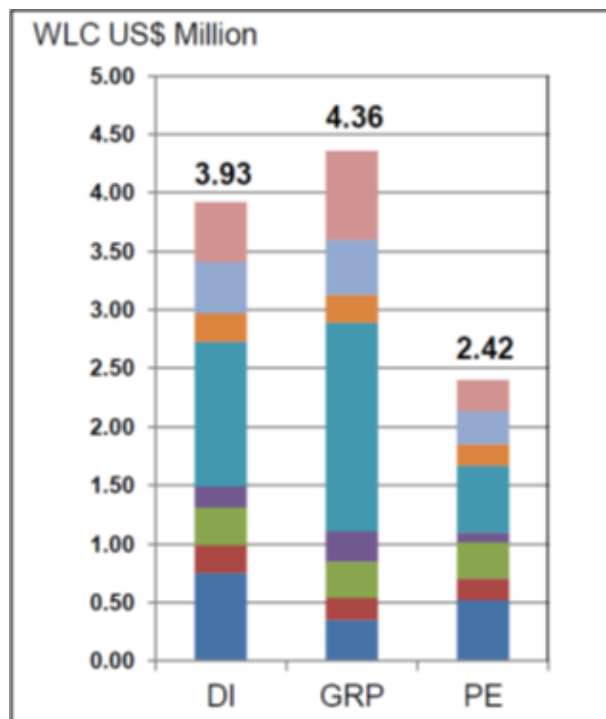
## 2.9 Efficacité des coûts

### 2.9.1 Coûts totaux d'exploitation

En 2004, Thames Water (l'une des entreprises de distribution d'eau les plus importantes de Grande-Bretagne) a lancé un vaste projet en vue du renouvellement des conduites de transport d'eau potable nécessitant un assainissement. Le rapport ci-joint regroupe les conclusions les plus importantes de ce projet.

Dans ce contexte, une comparaison du coût total d'une conduite urbaine  $d_n$  400 mm (DI= fonte, GRP=fibre de verre) ou  $d_n$  450 mm (PE100) de 5 km de long a été effectuée à Londres.

Dans toute l'Europe, on sait déjà que les systèmes de tuyauterie en PE dans les réseaux de distribution jusqu'à  $d_n$  250 mm représentent la solution la plus économique. En outre, la comparaison des coûts globaux de «Thames Water» démontre que même dans le secteur des conduites de transport  $> d_n$  300 mm, le polyéthylène représente la solution la plus rentable parmi tous les matériaux des conduites utilisables.



Présentation du coût total de gestion de ce projet

WLC = Coûts total d'exploitation  
DI = Fonte  
GRP = Fibre de verre

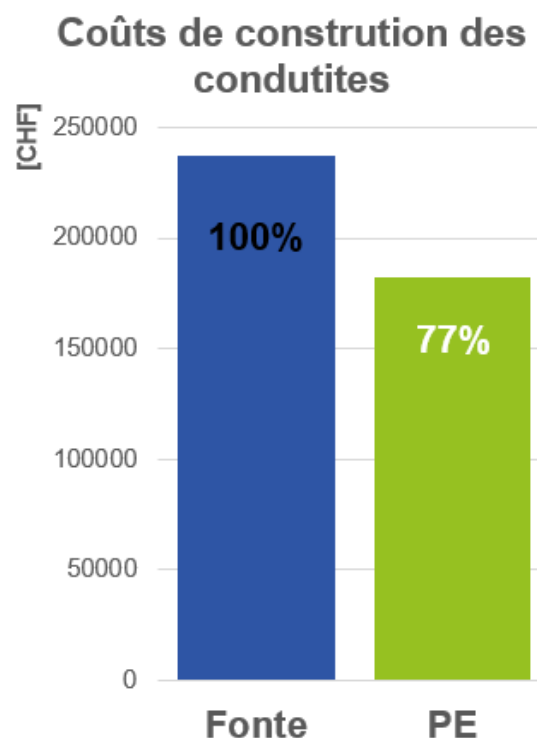


Pour plus de détails sur la comparaison des coûts globaux d'exploitation dans le cadre de ce projet, veuillez consulter le site :

<https://conduitcalc.plasticpipe.org/>

## 2.9.2 Coûts de construction de la conduite

La comparaison des coûts de construction des conduites présentée ici a été effectuée à l'aide d'un projet réel dans la région de Zurich, en établissant un devis pour des systèmes de conduites FZM et des conduites PE. Il s'agissait de différents tronçons de conduites d'une extension de réseau pour un nouveau quartier d'habitation dans les diamètres nominaux  $d_n$  80 -  $d_n$  150, resp.  $d_n$  90 mm à  $d_n$  180 mm. Les particularités spécifiques aux matériaux pour la pose et la technique de raccordement ont été prises en compte lors de l'établissement des devis.



Vous pouvez également demander à l'une des sociétés membres du VKR de vous conseiller personnellement à ce sujet.

## 3 Principes

Le polyéthylène est déjà utilisé depuis plus de 50 ans comme matériau sûr et fiable pour les conduites dans la distribution de gaz et d'eau. Le marché des anciens types de PE-HD (PE50, PE63) a évolué en passant par le PE80 pour aboutir aux types de matériaux hautes performances éprouvés PE100 ou PE100-RC.

Les normes en vigueur comprennent certes encore le PE80, mais aujourd'hui, en Suisse, seuls les tuyaux PE100-RC et les raccords PE100 sont utilisés pour la distribution de gaz et d'eau. Ceux-ci se distinguent par une technique de pose économique, une technique de raccordement fiable et un transport hygiéniquement irréprochable de l'eau potable ainsi qu'un transport en toute sécurité du gaz.

Le PE80 n'étant plus utilisé ou disponible en Suisse, les caractéristiques de ce type de matériau ne sont plus mentionnées dans ce guide.

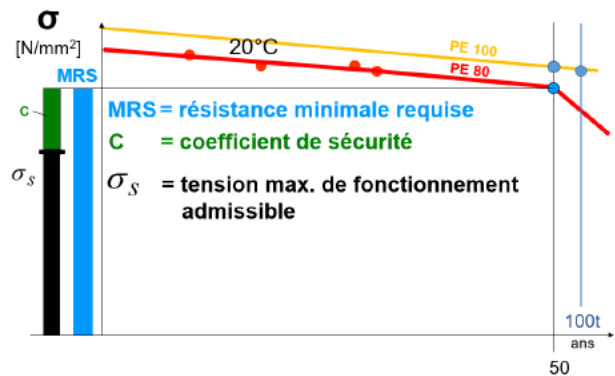
### 3.1 Propriétés physiques

Propriété	Unité	PE100/PE100-RC
Densité (bei 23°C)	g/cm <sup>3</sup>	0.95 - 0.97
Résistance à la traction	N/mm <sup>2</sup>	23 - 25
Module d'élasticité à la traction (à 23°C)	N/mm <sup>2</sup>	900 - 1100
Résilience (Charpy à 23°C)	kJ/m <sup>2</sup>	83
Résilience (Charpy à -40°C)	kJ/m <sup>2</sup>	13
Coefficient de dilatation thermique	mm/m*K	0.15 - 0.2
Conductibilité thermique (à 23°C)	W/m*K	0.38
Absorption d'eau (à 23°C)	%	0.01 - 0.04

## 3.2 Classification du matériau

Pour tenir compte des différentes capacités de performance des différentes matières synthétiques dans le comportement à long terme, les tuyaux en matière synthétique sont classés en fonction de leur résistance minimale requise conformément à la norme ISO 12162. Les chiffres de classification utilisés (par ex. PE100) correspondent à 10 fois la résistance minimale requise (tension de paroi admissible, par ex. 10 N/mm<sup>2</sup>) avec de l'eau à 20°C et une durée de service calculée de 50 ans.

La résistance minimale requise (tension de paroi admissible) ne doit pas être confondue avec la pression interne admissible.



Matériau	Résistance minimale (MRS)
PE100	10.0 N/mm <sup>2</sup>
PE100-RC	10.0 N/mm <sup>2</sup>

### 3.3 SDR et séries de tubes

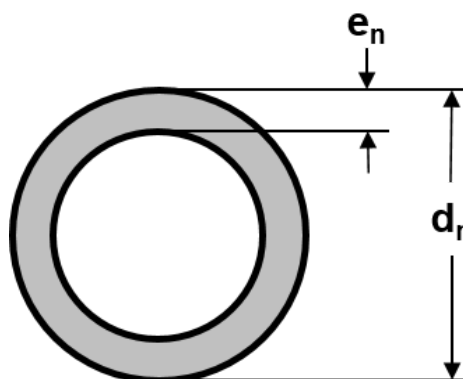
Les tubes ou les raccords ayant le même rapport entre le diamètre extérieur nominal et l'épaisseur de paroi nominale forment une classe ou une série de tubes SDR. Il existe deux modes de calcul différents

**Série de tubes S:**

$$S = \frac{d_n - e_n}{2 \cdot e_n}$$

**Rapport diamètre/épaisseur de paroi SDR (= Standard Dimension Ratio):**

$$SDR = \frac{d_n}{e_n}$$



Vous trouverez un aperçu des principales dimensions des tubes lors de la pose dans la rubrique "Annexes" «Guide et directives de pose» sous :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.3 Guide et directives de pose – Fiche technique – Dimensions tubes en PE](#)





### 3.4 Niveaux de pression

La pression de service maximale admissible (PN) avec de l'eau et à 20°C se calcule comme suit :

$$PN = \frac{MRS \cdot 10}{c \cdot S} \text{ ou } PN = \frac{20 \cdot MRS}{c \cdot (SDR - 1)}$$

**PN** Pression de service maximale admissible en bar. Dans le domaine du gaz, on utilise souvent aussi la désignation MOP (Maximum Operating Pressure) et dans celui de l'eau la désignation PFA.

(Calculée sur la base de 20°C et 50 ans pour la classification)

**MRS** Résistance minimale requise de la matière en N/mm<sup>2</sup> (par ex. 10.0 N/mm<sup>2</sup> pour PE100)

**c** Coefficient global de service

**S** Série de tubes (z.B. S5 = 5)

**SDR** Rapport diamètre/épaisseur de paroi (p. ex. SDR11 = 11)

#### 3.4.1 Coefficient global de service

Les facteurs de fonctionnement globaux suivants (facteurs de conception ou de sécurité) sont des valeurs minimales. Il incombe au concepteur d'utiliser des valeurs supérieures si cela semble utile en raison de l'application, des circonstances locales et de l'évaluation des risques.

Matière	Application	Coefficient global minimal de service $C_{min}$
<b>PE100</b>	<b>Eau</b>	<b>1.25</b>
<b>PE100</b>	<b>Gaz</b>	<b>2.0</b>

#### 3.4.2 Pressions de service admissibles pour la distribution d'eau

<b>S</b>	S16	S12,5	S8	S5	S3,2
<b>SDR</b>	SDR33	SDR26	SDR17	SDR11	SDR7,4
<b>PN du PE100 [bar]</b>	5,0	6,3	<b>10,0</b>	<b>16,0</b>	25,0* (16)

\*\* La pression interne maximale calculée pour le PE100 est de 25,0 bars. Pour les conduites d'eau en PE, la SSIGE (W4) admet toutefois seulement 16,0 bars max.

Les valeurs calculées peuvent toutefois être utilisées pour des applications spéciales (p.ex. conduites de captage d'eau).

Basé sur une durée d'exploitation de 50 ans.

### 3.4.3 Pressions de service admissibles pour la distribution de gaz

<b>S</b>	S8	S5
<b>SDR</b>	SDR17	SDR11
<b>d<sub>n</sub> [mm]</b>	≥ 75*	Tous
<b>MOP (PN) de PE100 [bar]</b>	5,0	5,0

\*La série de tube S 8, SDR 17 n'est pas admise pour un diamètre nominal extérieur inférieur à 75 mm

Les valeurs du tableau correspondent aux prescriptions de la SSIGE (G2).  
Par rapport à une durée de fonctionnement calculée de 50 ans pour de l'eau à 20°C.  
Le calcul pour le gaz se fait avec un coefficient global de service de min. c = 2.0.

## 3.5 Limites de température

### En service :

Les tubes en polyéthylène (PE100 & PE100-RC) peuvent être utilisés de manière continue comme conduites de -30°C à +40°C. Mais, conformément à la norme DIN 8074 pour les températures de service permanentes «plus élevées» (de >25°C à 70°C), des pressions de service et des temps d'arrêt modifiés s'appliquent.

Pour de plus hautes températures de fonctionnement en continu, d'autres tubes en matières synthétiques (PE-RT, PP jusqu'à 95°C) sont disponibles.

En cas de basses températures, l'excellent effet isolant du polyéthylène empêche que la conduite ne gèle prématurément. Si, malgré cela, une conduite d'eau potable dans une fouille ouverte qui n'a pas encore été remblayée gèle pendant la mise en service, la conduite se dilatera sans être endommagée grâce à la flexibilité du PE. En cas de réchauffement lent du tronçon de conduite (en raison de l'isolation et de l'apport thermique, p.ex.), la conduite peut être remise en service sans problème après rinçage.



Vous trouverez une vue d'ensemble des pressions de service maximales admissibles en fonction de la température dans la rubrique "Annexes" „Bases de planification“ :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.5a Bases de planification Fiche technique - Pressions de service admissibles en fonction de la température](#)



## Lors de la pose

Grâce à ses excellentes propriétés de flexibilité, le polyéthylène résiste à une température de -30°C environ, aux sollicitations mécaniques extérieures (chocs, impacts) et peut donc être installé jusqu'à ces températures avec une technique conventionnelle ou sans lit de sable/sans fouille. Des mesures spéciales doivent être toutefois observées en fonction du type de raccordement en cas de températures extrêmes (vous trouverez de plus amples informations au chapitre technique de raccordement).

Si des écarts de température surviennent lors de l'installation ou entre celle-ci et le fonctionnement, il faut tenir compte du raccourcissement/de la dilatation linéaire.

Le calcul se fait selon la formule suivante :

$$\Delta L [mm] = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$\Delta L$ :	Variation de longueur en mm
L:	Longueur du tube en m
$\alpha$ :	Coefficient de dilatation linéaire 0,2 mm / m * K
$\Delta T$ :	Différence de température en K (°C)



Vous trouverez un tableau de la dilatation linéaire en cas de différences de température pour une utilisation rapide dans la pratique dans la rubrique "Annexes" «Guide et directives de pose»

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.5b Guide et directives de pose Fiche-technique - Dilatation linéaire](#)



### 3.6 Résistance à l'abrasion

La présence de particules solides (sable, rouille, etc.) dans les conduites d'eau potable ou de gaz entraîne dans le cas des matériaux traditionnels une abrasion importante de la surface intérieure des conduites, ce qui réduit leur durée de vie. Les matériaux thermoplastiques, et en particulier le polyéthylène, se caractérisent par une très grande résistance à l'abrasion. C'est pourquoi les conduites en polyéthylène sont souvent utilisées pour le transport des boues et des matières solides dans l'industrie de l'extraction minière.



Vous trouverez une comparaison du comportement à l'abrasion du PE et de l'acier dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.6 Bases de planification Comparaison à l'abrasion PE-acier](#)



Vous trouverez d'autres détails de calcul sur les thèmes suivants dans la rubrique "Bases de planification" ou sous [VKR RL02](#).

### 3.7 Autres bases de calcul pour le dimensionnement



Vous trouverez une vue d'ensemble des principales dimensions des tubes pour le dimensionnement dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.7 Bases de Annexe 3.7 Bases de planification – Dimensions – Dimensionnement](#)



### 3.7.1 Dimensionnement hydraulique

#### Calcul du diamètre du tube

Une première approximation permet de calculer le diamètre intérieur comme suit :

$$d_i = b \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

$d_i$	Diamètre intérieur du tube [mm]
$Q$	Débit [m <sup>3</sup> /h] ou [l/s]
$v$	Vitesse d'écoulement [m/s]
$b$	Facteur de conversion unités pour $Q$ en m <sup>3</sup> /h à $b = 18.8$ pour $Q$ en l/s à $b = 35.7$

Valeurs indicatives pour vitesses d'écoulement :

	<u>Eau</u>	<u>Gaz</u>
Conduites principales et de transport	≤ 1.5 m/s	10 – 30 m/s
Conduites de distribution	≤ 2.0 m/s	
Cas d'incendie	3 m/s	



Vous trouverez un calcul graphique simplifié du diamètre et de la perte de pression (eau) dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.7.1a Bases de planification – Nomogramme Perte de pression](#)



## Calcul de la perte de charge

La perte de charge totale d'une conduite se compose des pertes de charge individuelles du tuyau, des raccords, de la robinetterie et des différences de pression dues aux variations de hauteur.

$$\Delta p = \Delta p_r + \Delta p_f + \Delta p_v + \Delta p_{geo}$$

$\Delta p$	Perte de charge totale
$\Delta p_r$	Perte de charge linéaire du tube
$\Delta p_f$	Perte de charge des raccords
$\Delta p_v$	Perte de charge de la robinetterie
$\Delta p_{geo}$	Différence de pression due aux variations de hauteur



Vous trouverez des informations détaillées sur le calcul des pertes de charge individuelles dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" sous :

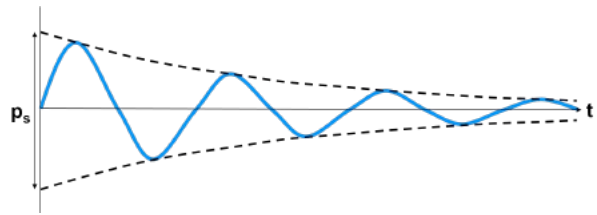
[VKR RL02](#)

[Annexe 3.7.1b Bases de planification – Fiche technique – Calcul perte de charge](#)



### 3.7.2 Coups de bélier

Les coups de bélier peuvent être provoqués par l'ouverture et la fermeture de la robinetterie ou par la mise en marche de pompes. Les tuyauteries en PE avec un coefficient global de service de  $C=1,25$  supportent sans dommage des brèves pics de pression (de l'ordre de la seconde) jusqu'à 50% de la pression nominale à 20°C.



Le coup de bélier ( $p_s$ ) est calculé à l'aide de l'équation suivante

$$p_s = p_M \cdot a \cdot \Delta V_M \cdot 10^{-5}$$

$p_s$	Coup de bélier [bar]
$a$	Vitesse de propagation de l'onde de pression [m/s]
$\Delta V_M$	Variation de la vitesse d'écoulement du fluide [m/s]
$\rho_M$	Densité du fluide [kg/cm <sup>3</sup> ]



Vous trouverez une fiche technique pour le calcul de la vitesse de l'onde dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" sous :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.7.2 Bases de planification – Fiche technique – Calcul coups de bélier](#)



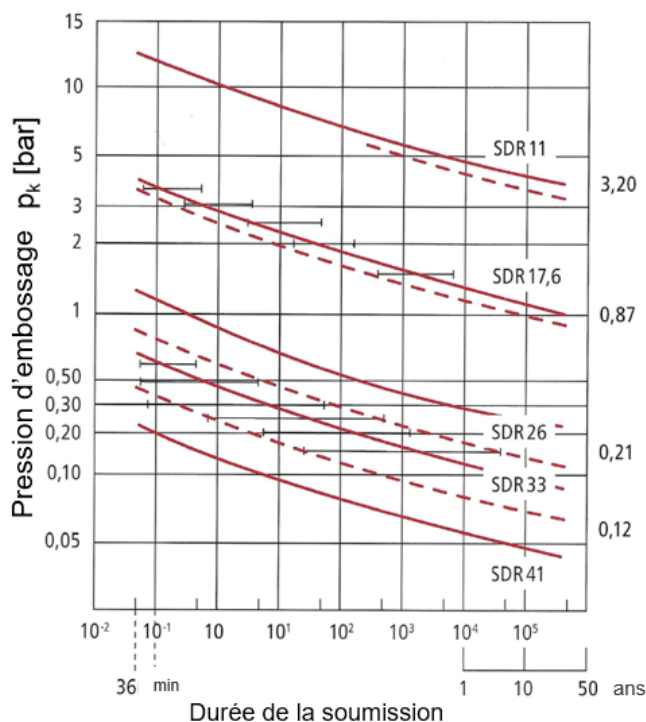
### 3.7.3 Sous-pression / Vacuum

Le vacuum absolu correspond à une dépression différentielle de 1 bar, c'est-à-dire que la pression effective sur la paroi intérieure du tube est de 1 bar inférieure à la pression sur la paroi extérieure du tube sous atmosphère standard.

En cas de sous-pression, il faut surtout considérer la stabilité de forme du tube (déformations). Elle peut être calculée à l'aide de la formule d'embossage pour les tubes cylindriques :

Un tube sous vide absolu (dépression différentielle de 1 bar) est suffisamment dimensionné contre la déformation lorsque la pression d'embossage critique est de  $p_k = 2$  bar, c'est-à-dire si l'on calcule un facteur de design\* minimum de 2. Les influences dues à la non-circularité et à l'excentricité doivent être prises en compte séparément. En tenant compte de ces hypothèses, la température maximale de service du PE100/ PE100-RC SDR11 est de 40°C. Les séries de tubes à paroi mince ne sont pas adaptées aux hypothèses retenues.

\*Valeurs de 25 ans pour le module d'élasticité à long terme, le coefficient de contraction transversale et le facteur de conception=2



Vous trouverez des informations détaillées sur le calcul de la pression critique de bosselage dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" sous :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.7.3 Bases de planification Fiche technique - calcul de la pression de déformation](#)



Les raccords mécaniques, tout comme les raccords, ont une épaisseur de paroi nettement plus importante que les tubes.

Il faut toutefois tenir compte de la résistance au vide des joints d'étanchéité.

Type de joint de bride	Vacuum admissible (dépression différentielle)
Joint plat	Impossible
Joint profilé	1 bar
O-Ring	1 bar



### 3.7.4 Diffusion

Les pertes de gaz par perméation (diffusion) sont insignifiantes pour les tubes et les raccords en PE, car elles sont extrêmement faibles en raison de l'épaisseur relativement importante des parois. De plus, étant donné que les conduites en PE destinées à la distribution de gaz sont exclusivement assemblées par soudage, aucune fuite de gaz n'est possible aux points de raccordement.

Le volume de gaz naturel diffusé peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$V_{dG} = P \cdot \frac{\pi \cdot d_n \cdot L \cdot p \cdot t}{e_n}$$

$V_{dG}$	volume de gaz naturel diffusé [cm <sup>3</sup> ] NTP
$P$	coefficient de perméation [cm <sup>3</sup> /m*bar*Tag] NTP gaz naturel: $P_{PE100} = 0.056$ cm <sup>3</sup> /m*bar*jour
$d_n$	diamètre extérieur nominal [mm]
$L$	longueur de la conduite [m]
$p$	pression partielle du gaz dans le tube [bar]
$t$	temps [Tagen]
$e_n$	épaisseur nominale de la paroi [mm]
NTP	Volume à température normale (23°C) et à pression normale (1 bar).

Pour le risque de diffusion de substances nocives/dangereuses provenant de sols contaminés dans les conduites d'eau potable, on peut utiliser des tubes en PE avec des couches intermédiaires fonctionnelles (couches barrière métalliques). Vous en saurez plus sur la structure des tubes dans le chapitre «Tubes». En cas de questions sur la diffusion dans votre cas spécifique, veuillez contacter l'un des interlocuteurs des entreprises de fabrications de tubes VKR.

## 3.8 Compréhension des coûts / soumission

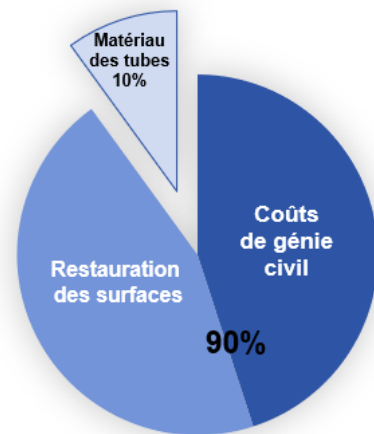
Pour une utilisation efficace et économique des fonds publics, les livraisons de marchandises et de prestations de service se font par appels d'offres publics.

Les bases et processus de soumission sont décrits dans la SSIGE W4 partie 2 et dans la partie 5 Exemple pratique 1 - Critères de qualification et d'attribution lors de soumissions.

Le Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction (CRB) standardise dans le Catalogue des articles normalisés (CAN) les groupes de chapitres pour la description et la quantification d'une prestation de construction. Les conduites enterrées pour le gaz, l'eau et le froid à distance/anergie font partie du groupe CAN 412.

### 3.8.1 Répartition des coûts

Dans la construction de conduites enterrées pour les nouvelles constructions et les mesures d'assainissement, une part importante des coûts est engendrée par les travaux publics et la fabrication du revêtement de surface. Les tubes et la technique de raccordement ne représentent qu'une faible part des coûts. Les appels d'offres uniquement consacrés au matériau se traduisent par des restrictions en termes de qualité du matériau des tubes et ont peu d'influence sur les économies.



### 3.8.2 Coûts totaux d'exploitation

Seule une évaluation des coûts globaux d'exploitation (sur toute la durée de vie) des alternatives proposées garantit à long terme que les fonds publics ne seront pas gaspillés.

Les hypothèses standard du choix des matériaux en fonction de l'éventail des dimensions sont largement répandues, mais en examinant de plus près les projets spécifiques, elles s'avèrent peu utiles. Avant l'appel d'offres, il faut donc tout d'abord envisager le procédé d'installation des tubes et le matériau qui conviennent le mieux au projet considéré en fonction des conditions-cadre données et qui débouche par conséquent sur les coûts d'exploitation globaux les plus avantageux. Les facteurs déterminants pour déterminer les coûts d'exploitation globaux sont à cet égard la durée de vie (>100 ans pour le PE) et le taux de dommages (PE:  $\leq 0,04$  dommages/km pour les conduites de distribution ou 2,5 dommages pour 1000 branchements d'immeubles – source DVGW – Eau) .

Il est donc essentiel de pondérer fortement le critère d'attribution «coûts totaux d'exploitation» dans l'adjudication de soumissions.



Vous trouverez un exemple de soumission pour les critères de sélection dans le cas de l'approvisionnement en eau communale ou de l'utilisation industrielle dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" sous :

[VKR RL02](#)

[Annexe 3.8 Bases de planification – Exemple - Soumission](#)



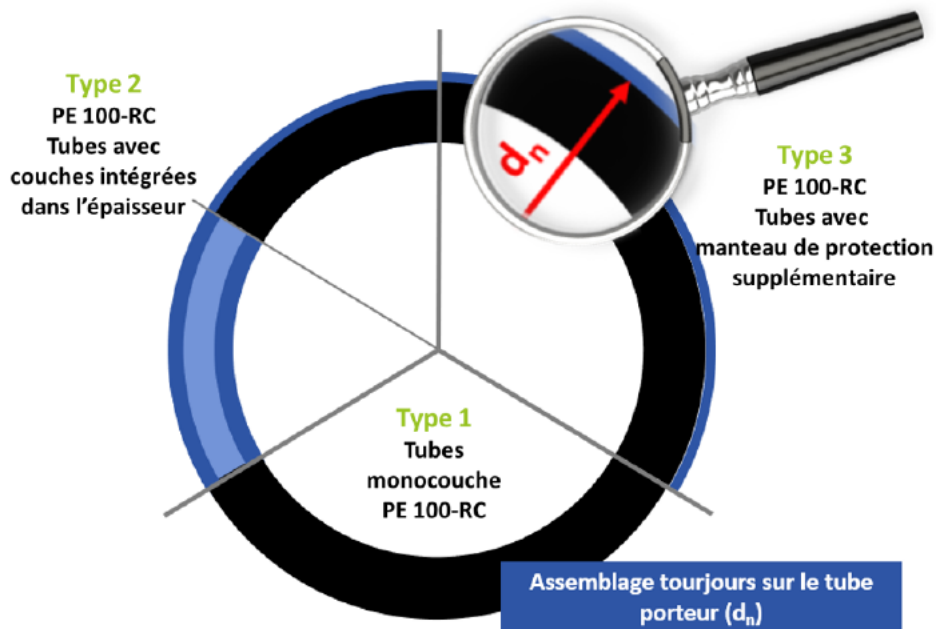
### 3.8.3 Durabilité

Une gestion rationnelle de nos ressources est une condition majeure, surtout en cas de processus d'adjudication avec des fonds publics. Ceci revêtra une importance accrue dans les années à venir et doit dès aujourd'hui être un critère d'attribution pour la soumission d'investissements à long terme dans les réseaux de conduites enterrées.

Les conduites en polyéthylène présentent un écobilan nettement meilleur que les conduites en métal, notamment dans la construction de conduites enterrées. (PE : 5 x moins d'impact sur l'environnement - voir chapitre 2 Ecologie).

## 4 Tubes

Les tubes en polyéthylène sont classés en fonction de leurs propriétés de protection pour les techniques de pose enterrée, conformément à la norme PAS 1075 :

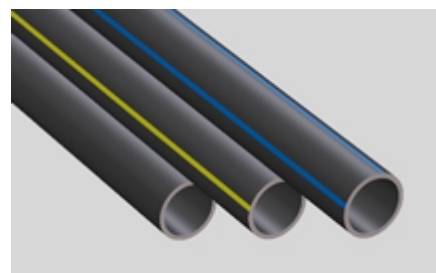


### 4.1 Tubes monocouche à paroi compacte (type 1)

Les tubes PE monocouche à paroi compacte sont constitués d'une seule couche de polyéthylène homogène.

Dans le passé, on utilisait à cet effet la classification PE63 et PE80.

De nos jours, ce sont surtout les types PE100 qui sont utilisés. En Suisse, seuls les tubes pression en polyéthylène PE100-RC sont encore proposés. Ici, la désignation RC signifie "Raised Crack resistance" et désigne des types de matériaux PE ayant une résistance accrue à la fissuration.



Dans la norme PAS 1075<sup>1</sup>, les tubes PE100-RC sont classés par types, qui décrivent leur aptitude aux différentes méthodes de pose alternatives

Pour plus de détails sur l'adéquation des tubes multicouches à paroi compacte aux différentes méthodes de pose, veuillez vous référer au chapitre Techniques de pose.

<sup>1</sup> PAS 1075 - Publicly Available Specification = Spécification disponible au public  
"Tubes en polyéthylène pour la pose par technique alternative"

Dans la norme PAS1075, les tubes monocouches à paroi compacte en PE100-RC sont classifiés en tant que type 1.



Vous trouverez plus de détails sur les matériaux RC dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 4.1 Base de planification – Rapport technique – PE100-RC](#)



## 4.2 Tubes multicouches à paroi compacte (type 2)

Les tubes multicouches en PE à paroi compacte à deux ou plusieurs couches sont constitués de plusieurs couches fonctionnelles de PE100-RC. Les tubes à paroi pleine multicouches répondent également aux dimensions de la norme au niveau du diamètre extérieur.

Ces couches favorisent par exemple la résistance à la fissuration lors de la pose de conduites sans enrobage de sable ou sans fouille et rendent les tubes plus résistants aux charges ponctuelles lors de l'installation sans fouille avec réutilisation du matériau provenant de l'excavation.



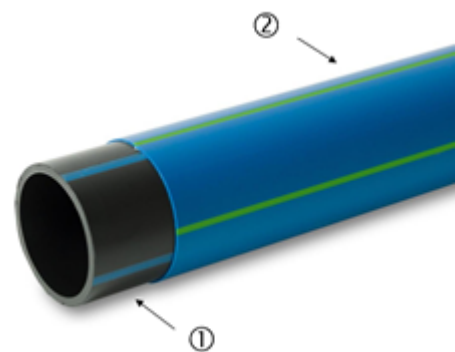
Dans la norme PAS1075, les tubes multicouches à paroi compacte en PE100-RC sont classés en tant que type 2.

## 4.3 Tubes avec revêtement supplémentaire (type 3)

Ces tubes sont constitués d'un tube transporteur de fluide (1) et d'une couche extérieure en matière synthétique séparée (2). Cette couche extérieure sert généralement de manteau de protection contre les entailles et les rainures. C'est pourquoi les tubes avec manteau de protection sont souvent utilisés pour la pose de nouvelles conduites sans fouille ou la rénovation.

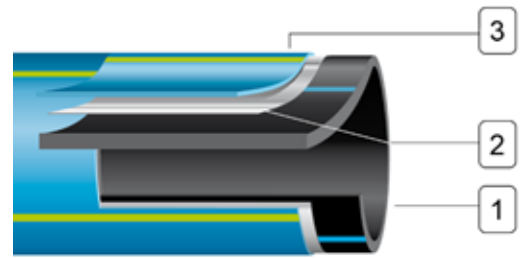
Dans la norme PAS1075, les tubes PE100-RC avec manteau protecteur supplémentaire sont classés en tant que type 3.

Veillez vérifier auprès du fabricant de tubes s'il est nécessaire d'enlever le manteau de protection aux points de raccordement.

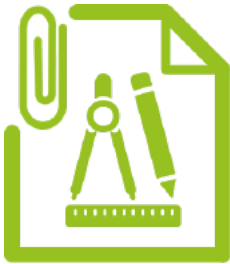


## 4.4 Tubes avec couches intermédiaires fonctionnelles

Entre le tube transporteur de fluide et le manteau protecteur, des couches métalliques et des films plastiques (2) sont incorporés de manière homogène afin d'avoir, lors de l'utilisation dans des sols contaminés, un système de tube étanches à la diffusion.



- 1 Tube transporteur de fluide sous pression
- 2 Couche intermédiaire fonctionnelle  
(par ex. film métallique)
- 3 Couche extérieure en matière synthétique



Vous trouverez des exemples pratiques relatifs aux tubes protecteurs étanches à la diffusion pour les sols contaminés dans la rubrique "Annexes" "Bases de planification" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 4.4 Exemples Bases de planification – Tubes protecteurs étanches à la diffusion](#)



## 4.5 Identification

En Suisse, les tubes en PE sont identifiés par un code couleur en fonction des différents fluides :

Matériaux	Gaz		Eau	
	Tube	Bandes	Tube	Bandes
PE 100	RAL 1033	-	RAL 5005	-
	RAL 9004	RAL 1033	RAL 9004	RAL 5005
	-	-	-	-
PE 100 RC	RAL 1033	-	RAL 5005	-
	RAL 904	RAL 1033	RAL 9004	RAL 5005

Les tubes avec manteau protecteur sont marqués par une bande supplémentaire verte.

Les tubes en PE de couleur noire sont utilisés dans les applications pression industrielles ou pour l'évacuation.

Les tubes et raccords en PE doivent être clairement identifiables par une impression ou un marquage permanent :

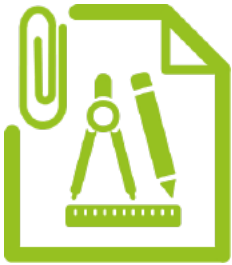
Marquage des tubes et raccords	Exemple
Fabricant ou marque du fabricant	Müller, MÜRO
Matériau et classification	PE100 RC
Diamètre nominal extérieur $d_n$ [mm]	110
Épaisseur nominale de paroi $e_n$ [mm] (uniquement les tubes)	10
Série de tube ou classe SDR	S5; SDR11
Pression nominale admissible (bar) ***	PN 16 *
Utilisation prévue ***	GAS, EAU, P **
Numéro de certification SSIGE ***	SVGW 9506-K 219
Spécification du fabricant pour le lot/site de production	123459-b
Normes de référ***	
Gaz	(SN) EN 1555
Eau	(SN) EN12201
Evacuation (pression)	(SN) EN 13244

\* Uniquement pour l'approvisionnement en eau

\*\* P = évacuation / écoulement sous pression

\*\*\* Pour les raccords, ces informations peuvent être imprimées sur l'étiquette ou l'emballage.

Le marquage CE des tubes et raccords en matière synthétique n'est actuellement pas autorisé en raison de l'absence de normes harmonisées.



Un document explicatif sur la situation actuelle du marquage CE pour les tubes en matière synthétique est disponible dans la rubrique "Annexes" „Bases de planification“ :

[VKR RL02](#)

[Annexe 4.5a Bases de planification – Document de prise de position – Marquage CE](#)



La classe SDR, associée à la classification du matériau, indique la pression de service maximale admissible pour les tubes et les raccords.

Pour introduire automatiquement les paramètres de soudage dans l'appareil de soudage, les raccords électrosoudables sont munis d'un code-barres ① selon ISO 13950.

Afin de garantir de manière préventive la qualité grâce à la traçabilité électronique des composants de la tuyauterie, les tubes et raccords en PE peuvent en outre être équipés d'un code-barres de traçabilité ② selon la norme ISO 12176-4.

La soudabilité (compatibilité) avec différentes classes SDR pour les raccords électrosoudables est soit indiquée sur le produit ③, soit indiquée dans les spécifications du fabricant.



Vous trouverez un aperçu permettant l'identification du code-barres de soudage et de traçabilité dans la rubrique "Annexes" "Guide et directive de pose“ :

[VKR RL02](#)

[Annexe 4.5b Fiche technique – Guide de pose – Interprétation Code soudage & Trace-Code](#)





## 4.6 Transport et stockage

Dans les petites dimensions, les tubes en PE sont fournis aussi bien en couronnes qu'en barres. Les grands diamètres sont livrés exclusivement en barres.

### 4.6.1 Transport

Les tubes et les raccords doivent être transportés en toute sécurité et avec précaution au moyen de véhicules et de machines appropriés.

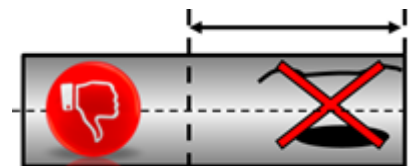
Il faut veiller à ce que

- pendant le transport, les charges ne puissent pas tomber ou glisser et que
- les composants de la tuyauterie ne subissent aucun dommage ni aucune déformation

#### Tubes en barres

Compte tenu des conditions difficiles sur le chantier, les points suivants doivent être pris en compte, notamment lors de la manipulation des tuyaux :

- Lors de la manipulation de très longues barres de tube (20 m), les extrémités ne doivent pas être traînées sur la route ni dans la fouille (rayures !)
- Si cela ne peut pas être évité, il faut utiliser des tubes avec manteau de protection appropriés.
- Les barres de tube qui ont été soudées hors de la fouille ne doivent pas être traînées dans celle-ci. Il existe des rouleaux appropriés pour effectuer cette opération.
- Les tubes doivent être protégés contre les salissures par des bouchons de protection pendant le transport et le stockage (hygiène de l'eau potable).
- Pour les tubes standard (sans propriété de protection), seules les rayures < 10% de l'épaisseur de la paroi des tubes sont autorisées.
- **Toutefois, aucune rayure n'est autorisée dans la zone de soudage/d'étanchéité !**



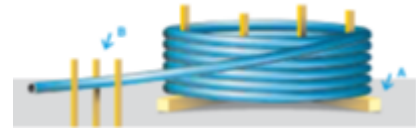
#### Tubes en rouleaux

Les tubes en rouleaux ont l'avantage de permettre la pose de longues sections de tubes sans assemblages supplémentaires. Cependant, en raison de leur procédé de production et de leur transport, ils présentent des caractéristiques particulières qui doivent être prises en compte.

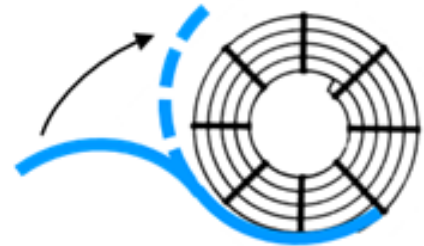
Les tubes en rouleau présentent de très hautes contraintes résiduelles et sont donc plus difficiles à poser. C'est pourquoi les tuyaux en rouleaux  $> d_n$  110 mm ne doivent pas être utilisés, sauf dans des cas techniquement justifiés.

Le déroulage des tubes se fait de différentes manières

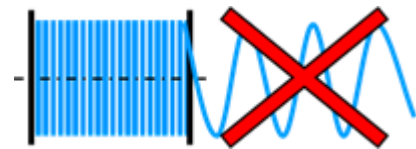
Les tubes, jusqu'à un diamètre extérieur de 63 mm, sont généralement déroulés en position verticale, et le début de la couronne doit être maintenu. Pour les dimensions supérieures, il est recommandé d'utiliser un dispositif de déroulement. Les couronnes peuvent par exemple être posées à plat sur des dévidoirs en bois ou en acier et déroulées à la main ou à l'aide d'un véhicule se déplaçant lentement. Les tubes doivent être déroulés en ligne droite et ne doivent pas être pliés.



Lors du déroulage des tubes du tambour ou de la couronne, il faut tenir compte du fait que les extrémités des tubes peuvent rebondir vers l'arrière. Etant donné que, surtout dans les grandes dimensions, des forces considérables sont libérées, il est recommandé de prendre les précautions nécessaires. (Risque d'accident !)



Lors du déroulage, il faut en outre tenir compte du fait que la flexibilité des tubes en PE est influencée par la température ambiante. En cas de températures proches du gel, les tubes encore enroulés d'un diamètre supérieur à 75 mm doivent si possible être réchauffés. Cela peut se faire par exemple avec de la vapeur ou à l'aide d'un système de chauffage des tuyaux.



Le déroulage du rouleau de tube en spirale n'est pas autorisé.

Les tubes en rouleaux ont inévitablement une ovalisation.

→ Si nécessaire, utiliser des arrondisseurs et des positionneurs pour permettre un assemblage exempt de tension. Observer à cet effet les instructions de montage du fabricant.



## 4.6.2 Réception et stockage

### Contrôles avant le début du travail

Avant de commencer les travaux, il faut vérifier si les composants requis sont conformes aux spécifications de livraison données et si les conditions-cadres nécessaires pour les travaux de tuyauterie prévus sont remplies :

- les tubes et les raccords sont-ils conformes aux prescriptions de livraison (nombre, type,  $d_n$ , SDR, certification SSIGE) ?
- les bonnes machines et les bons outillages sont-ils sur place ?
- le lieu de soudage est-il suffisamment protégé contre les intempéries ?
- la profondeur des éventuelles éraflures et rayures est-elle bien inférieure à 10% de l'épaisseur de paroi (dans la zone de soudage ou d'étanchéité, aucune détérioration ne doit affecter la surface des tubes)
- l'ovalisation est-elle  $< 3\%$ ? (pour l'électrosoudage  $< 1.5\%$ )



Une checklist sur l'organisation du lieu de travail se trouve dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 6.2.1 Guide de pose - Checklist - Organisation du lieu de travail](#)



### Stockage sur le chantier

En Europe centrale, la période de stockage en plein air de tubes PE en couleur (bleu, jaune, orange, brun, vert) est de 2 ans maximum. Les tubes noirs peuvent être stockés à l'air libre de manière illimitée, car ils sont stabilisés aux UV avec du graphite.

La durée maximale de stockage des tubes PE colorés et des raccords PE dans des locaux fermés doit être convenue avec le fabricant.

L'emplacement du stockage des tubes sur le chantier doit être le plus près possible de l'endroit où la conduite sera posée. Il faut également s'assurer que le sous-sol soit ferme, plan et qu'il ne présente pas d'arêtes vives ou de pierres tranchantes. Dans la zone de stockage, la facilité de manœuvre et la sécurité du levage et du déchargement des tuyaux par les véhicules de transport doivent être garanties à tout moment.

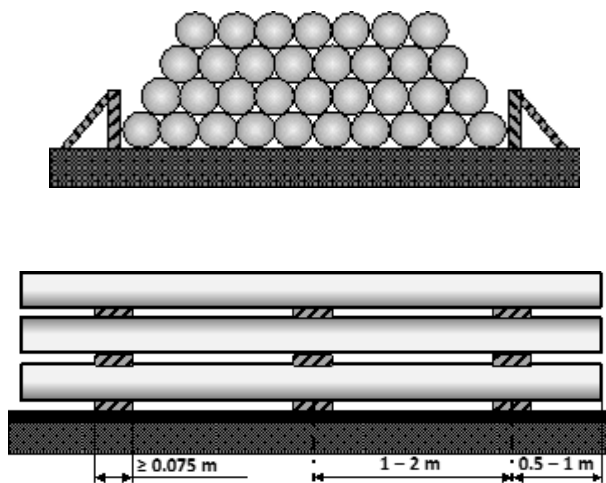
Pendant le transport et le stockage, les extrémités des tubes doivent être fermées avec des bouchons de protection. Les tubes ne doivent pas être contaminés ou aspergés de produits chimiques, huiles/graisse ou carburant.

Les tubes doivent être empilés par dimension et selon les recommandations. L'empilage et la structure de support ne doivent pas endommager, déformer ni aplatir les tubes.

Les indications suivantes servent de valeurs indicatives pour un stockage sûr et conforme :

La hauteur maximum des piles ne doit pas dépasser 1 m. Pour le stockage en vrac à l'air libre sur un terrain plat et conforme (gravier de remblayage à granulation fine, sable, neige ou herbe) sans coffrage en bois, la pile doit être construite en pyramide (un tube en moins à chaque couche) et être sécurisée dans la couche inférieure par des cales pour éviter que les tubes ne roulent sous la charge.

Lors de l'utilisation de coffrages en bois ou d'intercalaires en bois avec sécurisation latérale de la position, on peut faire abstraction de l'empilage pyramidal et empiler en blocs.



Si différentes classes ou séries de tubes doivent être empilées, les tubes plus épais doivent être disposés en bas.

Les raccords doivent être stockés dans un lieu sec et dans leur emballage original (carton, sachet) à une température ambiante de 0° à +50°C. Il faudra respecter les dispositions spéciales de stockage et l'orientation du stockage.

## 4.7 Homologations

L'utilisation de tubes et raccords en matières synthétiques pour l'approvisionnement en eau et en gaz ainsi que le transport des eaux usées sont soumis à **homologation**.

Cela veut dire que les tubes et les raccords doivent répondre à certaines exigences de qualité. La qualité est testée lors de la première homologation par un institut de test indépendant et approuvée par les autorités si elle est reconnue conforme. Le respect des exigences de qualité est contrôlé par le fabricant lui-même lors de la production (**contrôle de la production dans l'entreprise**) et par un institut de test indépendant (**contrôle externe**) à intervalles réguliers.

Si toutes les exigences sont respectées, le produit reçoit ou garde son homologation:

Pour les **conduites de gaz et d'eau**, émission par la **SSIGE** (Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux) avec un numéro d'homologation SSIGE. Le catalogue actuel d'homologation est disponible sous [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch).

## Exemple pour l'eau

Marque (Fabricant)	Produit	Dim.	Représentant Suisse	Adresse du fabricant	N° de certification SSIGE
Rohr-o-Len (Exemple de tube)	Ø20-630 PE100 SDR11	Ø20-630	Muster-Handels GmbH CH-9000 St. Gallen 071 220 93 45	Musterrohr AG CH-8000 Zürich 044 251 21 26	0009-K 245 00-089-9
Fit-Fix (H&B)	Formteile PE100 SDR11	Ø20-450	H&B Schweiz AG Rue du Marché 40 CH-1204 Genève 022 317 09 09	H&B Sweden Box 960 50189 Borås +46 33 14 00 20	9506-K 219 02-014-9

## Exemple pour le gaz

Représentant Suisse	Fabricant	Certificat	Valable jusqu'au	Norme/ Base d'évaluation	Type/ d <sub>n</sub> / pression
Dichtfit AG CH-8000 Zürich	Dichtfit GmbH DE-10000 Berlin	04-054-6	30.9.17	DVGW VP 614	Pressfittingsystem Dichtfit SS/ 5 bar da 15-108

## 5 Technique d'assemblage

En principe, pour les assemblages résistants à la traction de conduites pression enterrées, les types d'assemblages suivants sont disponibles :

Assemblages à souder (non démontables)

- Soudage bout à bout
- Electrosoudage
- Soudage dans l'emboîture

Assemblages mécaniques (démontables)

- Assemblages à brides
- Raccords à compression
- Manchons à emboîter

Il faut s'assurer que les bouchons de protection des tubes utilisés lors du stockage soient retirés avant la réalisation de l'assemblage.

### 5.1 Soudage

Le soudage permet d'obtenir des assemblages non démontables et résistants à la traction. L'étanchéité est assurée par la fusion du matériau des tubes ou des raccords. Aucun élément d'étanchéité n'est nécessaire.

Conformément aux directives SSIGE G2 (gaz), W4 (eau) et F2 (Réseaux de froid à distance et d'énergie), seuls les soudeurs titulaires d'un certificat/passeport de soudeur valable selon GWF 101 sont habilités à effectuer les assemblages soudés de tubes de gaz, d'eau et d'énergie en polyéthylène.

Selon la directive DVS 2207-1, les tubes et les raccords en PE100 et PE100-RC d'un indice de fluidité MFR 190/5 entre 0,2 et 1,7 g/10 min. sont soudables.

Lors du soudage dans des conditions météorologiques défavorables (froid < 5°C, vent, humidité, rayonnement solaire direct), des mesures appropriées (mise sous tente, chauffage) doivent être prises pour protéger la zone de soudage immédiatement adjacente, conformément à la

DVS 2207-1. En cas de doute, il convient de procéder à un soudage de référence et de le contrôler.

Avant le soudage, il faut veiller à ce que les tubes, les raccords et les appareils de soudage aient le même niveau de température.



Vous trouverez une liste de mesures à prendre en cas d'intempéries dans la rubrique Annexe "Guide et directives de pose":

[VKR RL02](#)

[Annexe 5.1a Fiche technique Guide et directives de pose - soudage PE conditions météorologiques défavorables](#)



Pour la préparation au soudage, couper les extrémités des tubes à angle droit. Les outils ne doivent pas déformer ni endommager le tube. L'utilisation de lubrifiants de coupe n'est pas permise.



Vous trouverez une fiche technique sur les outils de découpe appropriés dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 5.1b Guide et directives de pose Fiche technique - Outils de coupe PE](#)



Le nettoyage des surfaces est extrêmement important pour la qualité du soudage. Il convient donc de nettoyer soigneusement, juste avant le soudage, l'élément chauffant à sec et les pièces à assembler (tube et raccord) avec du papier blanc, propre, non pelucheux et du nettoyant PE volatil à 100% (par ex. éthanol 99,8%).



Vous trouverez une fiche technique sur les produits de nettoyage PE dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose":

[VKR RL02](#)

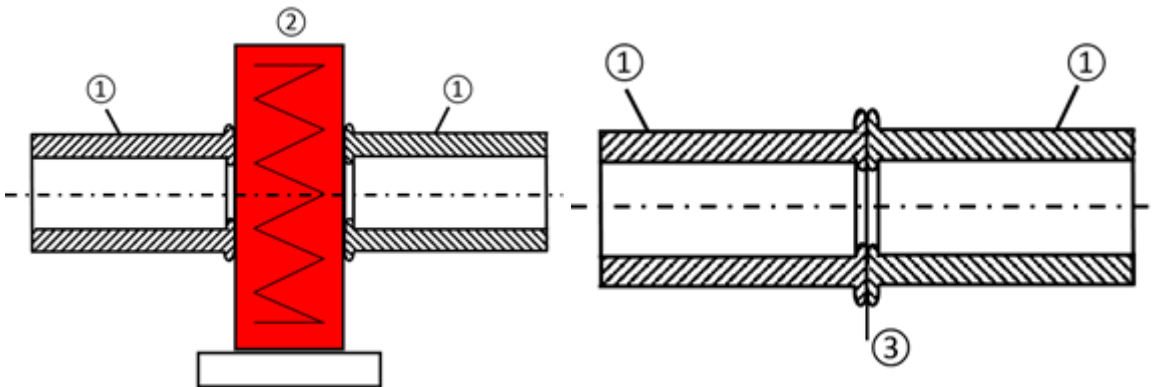
[Annexe 5.1c Guide et directives de pose -Fiche technique - Nettoyage PE](#)



### 5.1.1 Soudage bout à bout

Lors du soudage bout à bout par élément chauffant, les surfaces d'assemblage des tubes ou des raccords sont chauffées au moyen d'un élément chauffant (appareil de soudage au miroir) et ensuite mises en contact sous pression.

Pour le soudage bout à bout, seules les extrémités de tubes de la même série de tube/classe SDR peuvent être soudées entre elles !



Les étapes suivantes du procédé de soudage et les conditions requises ainsi que les étapes détaillées sont décrites dans la directive DVS 2207-1

- raboter
- égaliser
- chauffer
- retirer l'élément chauffant / souder
- refroidir

Les exigences relatives à la machine de soudage et aux accessoires (tels que les appareils de découpe de tubes et supports à rouleau) ainsi qu'à leur entretien périodique (au moins 1 fois par an) sont décrites dans la directive DVS 2208-1.

Pour les raccords polyvalents en PE on fait la distinction entre les pièces suivantes :

- embout court (uniquement pour le soudage bout à bout) et
- embout long (pour le soudage bout à bout et l'électrosoudage).



Après le soudage, la formation du bourrelet de soudage est à contrôler sur tout le pourtour. Le bourrelet de soudage doit être lisse et le plus homogène possible sur tout le pourtour. Il doit être exempt de points non soudés, de décolorations et d'encoches dans la soudure. Les erreurs de soudage sont décrites dans le complément 1 de la DVS 2202.

Le soudage doit comporter un numéro de soudage, heure de fin de refroidissement, la date et le visa du soudeur. Selon la directive DVS 2207-1, il est conseillé de saisir les données du procédé de soudage dans des protocoles de soudage manuels ou sur des supports de données électroniques.



Vous trouverez un modèle de protocole de soudage avec les paramètres de soudage bout à bout des tubes en PE d'après DVS dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 5.1.1 Guide et directives de pose - Protocole de soudage - Soudage bout à bout](#)

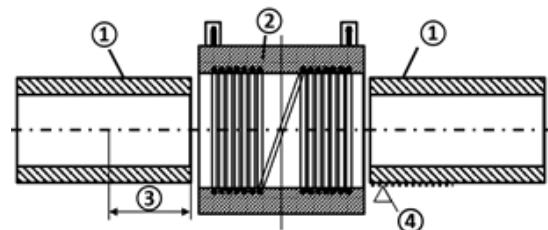


## 5.1.2 L'électrosoudage

Lors de l'électrosoudage, les surfaces de contact qui se chevauchent (surface extérieure du tube et intérieure du raccord) sont chauffées à la température de soudage au moyen de l'énergie électrique transmise par les fils de la résistance électrique (filaments chauffants) placés dans le raccord.

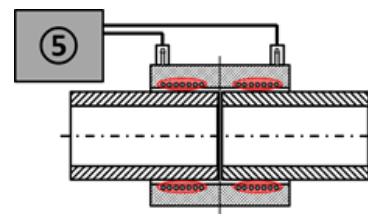
### Tubes et raccord non soudés

- ① Tube
- ② Raccord
- ③ Profondeur d'insertion
- ④ Réduction d'épaisseur de paroi



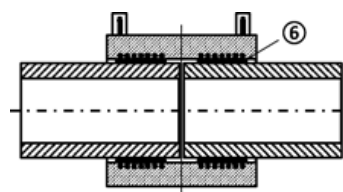
### Soudage

- ⑤ Appareil de soudage



### Assemblage terminé

- ⑥ Zone de jonction



Les raccords électrosoudables permettent de souder des tubes ou des raccords polyvalents à embout long de différentes classes SDR/séries de tube !

L'applicabilité (compatibilité) pour la classe SDR/série de tube appropriée est indiquée dans le code-barres ou sur l'étiquette du sachet de chacun des raccords électrosoudables. Le cas échéant, consulter le fabricant.

Le procédé de soudage comprend les phases suivantes :

- grattage du tube (utiliser un appareil de grattage rotatif avec une réduction d'épaisseur de paroi régulière de  $\geq 0.2$  mm)
- nettoyage du tube et du raccord électrosoudable (uniquement les zones grattées)
- marquage de la profondeur et de la position du raccord (veiller à ce que le montage se fasse sans tension)
- soudage
- refroidissement

Les conditions ainsi que les étapes détaillées sont décrites de manière précise dans la directive DVS 2207-1.

Lors de l'électrosoudage, les données de soudage sont lues automatiquement par l'appareil au moyen du code-barres.

Les exigences relatives à la machine de soudage, au grattoir, à l'arrondisseur, aux autres accessoires ainsi qu'à leur entretien périodique (au moins 1 fois par année) sont définies dans la directive DVS 2208-1.

Après le soudage, les incidents spécifiques de soudage sont à vérifier ainsi que les messages d'erreur sur l'appareil de soudage. Vérifiez les indicateurs de soudage. Les erreurs de soudage sont décrites dans le document DVS 2202-2.

L'assemblage doit être marqué avec : numéro de soudage, heure de fin du temps de refroidissement, date et visa du soudeur. La directive DVS 2207-1 recommande d'enregistrer les données de soudage dans des protocoles de soudage manuels ou sur des supports de données électroniques.



Vous trouverez un modèle de protocole de soudage avec les erreurs courantes lors de l'assemblage par électrosoudage et les mesures à prendre pour y remédier se trouve à la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 5.1.2 Guide et directives de pose - Protocole de soudage - Electrosoudage](#)



## 5.2 Assemblages mécaniques

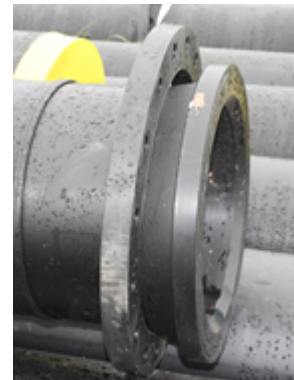
Les assemblages mécaniques résistants à la traction peuvent être utilisés dans tous les domaines de l'eau et parfois du gaz<sup>1</sup>, principalement dans les cas suivants:

- raccords à bride, comme raccordement démontable de pompes, de vannes ou de réservoir et comme transition avec d'autres matériaux de conduites
- assemblages de tubes dans des domaines et systèmes multiples, ou comme solution de réparation
- systèmes à emboîter dans la construction de conduites
- systèmes à emboîter et à compression, comme assemblage démontable, fixe ou temporaire dans le domaine des raccords d'immeubles.

Le taraudage de tubes en PE (comme on le ferait pour du métal) n'est pas autorisé !

### 5.2.1 Assemblages à brides

Les assemblages à bride se composent d'éléments tels que collets, brides libres et joints. Ils sont fixés par des vis, des rondelles et des écrous de manière à assurer une étanchéité et une résistance à la traction. Il faut généralement veiller à ce que les différents composants soient dimensionnés en fonction du fluide, de la pression de service, de la température d'utilisation et de la qualité du sol.



#### Collets

Pour les collets qui sont soudés directement au tube, on peut utiliser aussi bien la version courte pour le soudage bout à bout que la version longue pour l'électrosoudage et le soudage bout à bout.

#### Brides libres

Les brides libres doivent absorber les couples de serrage des vis et transmettre la force résultante sans déformation dans le collet. C'est pourquoi les brides libres doivent être très stables ! Pour la pose de conduites enterrées, on peut utiliser des brides libres en matière synthétique (PP ou PE) avec insert en acier ou des brides libres revêtues d'une protection contre la corrosion, en acier zingué à chaud ou en acier inox.

Dès le diamètre nominal  $d_n$  200, le différent nombre de boulons pour des brides libres de niveaux différents de pression (PN 10 ou PN 16) doit être pris en compte.

<sup>1</sup> selon la SSIGE G2, dans le domaine du gaz, il faut utiliser de préférence des raccords à souder

## Joint

Pour les joints, lors de transition du PE avec d'autres matériaux, il faut utiliser des joints de bride avec renforcement en acier et lors d'assemblage PE-PE les joints de bride avec renforcement en acier et joint torique préformé.

La directive KTW (W270) de la DVGW, qui est également valable pour la SSIGE, prescrit l'**EPDM** comme matériau d'étanchéité **pour des utilisations avec l'eau potable**. Dans le **secteur du gaz**, cependant, la DVGW exige un joint en caoutchouc **NBR** selon la norme DIN 3535. Il existe aussi des mélanges gommeux **NBR-duo** disponibles sur le marché, qui sont approuvés **dans les applications du gaz ainsi que de l'eau**.

Pour les matériaux des joints (EPDM, NBR), il faut utiliser de préférence une **dureté Shore-A** de l'ordre de **65° jusqu'à 75°**.

Dès le  $d_n$  200 il faut prendre garde, pour les joints, aux différentes gammes de pression (PN 10 ou PN 16).

## Vis, écrous et rondelles

Là encore, il faut tenir compte de la protection anticorrosion des composants dans le sol. Pour un vissage facilité, il faut prévoir un revêtement en PTFE ou l'utilisation d'un lubrifiant approuvé par la SSIGE (par exemple Klüber VR69-252).



## Montage



Vous trouverez une fiche technique détaillée pour le montage des assemblages à bride en PE dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose":

[VKR RL02](#)

[Annexe 5.2.1 Guide et directives de pose – Fiche technique - Montage assemblages à brides PE](#)



## 5.2.2 Raccords à compression

Les raccords à compression sont surtout utilisés dans les raccordements d'immeubles jusqu'à  $d_n$  63 mm ou pour le raccordement provisoire en cas d'urgence, car leur maniement est simple, rapide et ne nécessite ni outils de montage ni travaux préparatoires.

L'étanchéité et la sécurité à la traction sont produites par le serrage de l'écrou. L'effet d'étanchéité est assuré par un joint torique ou un joint profilé. Le verrouillage s'effectue au moyen d'une bague de verrouillage qui s'enfonce dans la surface du tube.



Il est important de suivre les indications du fabricant relatives au montage/démontage.

Dans le cas de tubes à paroi mince et de raccords à compression en métal, des douilles de renfort doivent parfois être insérées dans le tube au niveau de la zone de raccord.

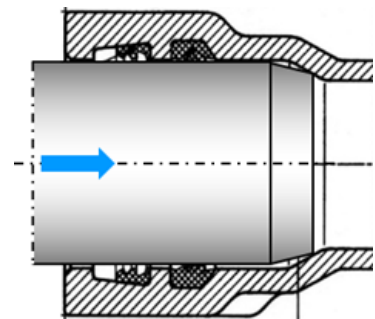
Tout comme pour les autres types de raccords, le tube doit être coupé à angle droit. La zone d'étanchéité du tube doit être exempte de déformations, d'entailles et de rayures. Marquer la profondeur d'emboîtement sur le tube. Le chanfreinage et l'utilisation d'un lubrifiant (approuvé par la SSIGE) facilitent le montage.

## 5.2.3 Raccords à manchons à emboîter

Les raccords à manchon à emboîter actuels sont presque exclusivement utilisés comme raccords résistants à la traction dans les conduites de branchement d'immeubles ( $d_n$  20-63) et dans les conduites de distribution jusqu'à  $d_n$  315 mm pour la distribution d'eau. Pour la distribution de gaz, les raccords à manchon à emboîter ne sont pas admis !

En cas de charge de traction, un anneau de serrage ou des éléments métalliques de verrouillage intégrés dans le manchon causent un calage sur le tube. L'étanchéité est assurée soit par un joint torique, soit par un joint profilé.

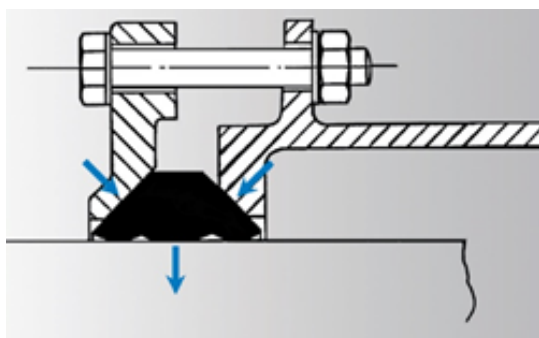
Outre les raccords à manchons à emboîter en matière synthétique (POM, PP ou PE), des raccords en métal pour tubes PE sont également proposés.



Des tubes sur lesquels le manchon à emboîter est déjà soudé au tube sont disponibles sur demande.

La zone d'étanchéité doit être exempte de déformations, encoches, rayures, rainures. Nettoyer la surface d'étanchéité du tube et du raccord. Marquer la profondeur d'emboîtement sur le tube. Chanfreiner et lubrifier (avec un lubrifiant approuvé par la SSIGE) pour faciliter le montage. Caler la bague de verrouillage en tirant sur le tube.

## 5.2.4 Raccords à usage multiple



Les raccords à usage multiple relient différents matériaux et couvrent une large plage de diamètres. Ils peuvent donc être utilisés de manière très flexible pour des réparations spontanées si le matériau trouvé sur place suscite des incertitudes.

## 5.2.5 Transitions métalliques

Les pièces métalliques non résistantes à la corrosion doivent être protégées lorsqu'elles sont enfouies dans le sol (par ex. avec une bande de protection anticorrosive Densoflex).

## 6 Sécurité et ergonomie

### 6.1 Protection de la santé et sécurité au travail

#### 6.1.1 Dangers liés à la manipulation des matériaux

Le polyéthylène (PE100, PE100-RC) est inerte et physiologiquement sans danger (en cas de contact avec la peau, et autorisé selon l'OFSP pour le transport hygiénique d'eau potable). Les tuyaux et raccords en polyéthylène ne dégagent pas de vapeurs nocives aux températures de fusion.

##### Risque de brûlures lors du soudage

Les tuyaux et les raccords en PE sont soudés à des températures de 200 °C environ, c'est pourquoi en cas de contact de la peau avec des surfaces chauffées (zones de soudure, éléments chauffants) des risques de brûlures existent. Le PE a une haute capacité thermique et reste donc chaud relativement longtemps.



##### Dangers en cas d'incendie

Le PE se ramollit à 120-135 °C environ. S'il continue à chauffer à l'air, des gaz de décomposition se dégagent à partir d'une température d'environ 300 °C, (monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, vapeur d'eau et divers composés hydrocarbonés). Ces gaz peuvent enflammer le PE qui coule goutte à goutte en brûlant.

- Ne pas inhaler la fumée en cas d'incendie
- L'extinction du PE est possible avec n'importe quel extincteur vendu dans le commerce



##### Électrostatique

Le maniement et le déchargement des conduites en PE peuvent provoquer une charge électrostatique à cause du frottement de la surface. La prudence est donc recommandée, surtout à proximité de substances inflammables ou explosives.



## Nettoyant pour PE

Pour nettoyer les zones de soudage et les éléments chauffants, on utilise du nettoyant pour PE à base d'alcool éthylique ou d'isopropanol. Ces deux substances ne sont pas dangereuses pour la santé, mais elles ont un puissant effet de dégraissage.

- Les nettoyants pour PE sont fortement dégraissants → bien hydrater les mains après le travail
- Se tenir éloigné des flammes → les nettoyants pour PE sont inflammables
- Éviter le contact avec les muqueuses (yeux, bouche, nez). En cas d'accident, suivre les instructions de sécurité du fabricant.



## 6.1.2 Sécurité au travail sur les chantiers

Veuillez respecter les règles et prescriptions suivantes :

### SUVA ([www.suva.ch](http://www.suva.ch))

- Équipement de protection personnelle (critère de recherche EPP)
- Liste de contrôle "Check-list fouilles et excavations" (n° 67148)  
Fiche technique "Conduites de gaz : Travailler en toute sécurité" (n° 66125)
- Fiche technique "Sécurité dans les puits, les fosses et les canalisations" (n° 44062)

**suva**

### SSIGE ([www.svgw.ch](http://www.svgw.ch))

- Directive "Directive pour la prévention des accidents et la protection de la santé dans le secteur gaz et eau" (réglementation/ Shop : critère de recherche GW2 partie A)
- Cours ITISG : travailler sur des conduites de gaz (Formation et formation continue : critère de recherche ITISG)



## 6.2 Conditions de chantier ergonomiques

Des conditions de chantier sûres et fiables ne sont pas seulement importantes pour éviter les accidents, elles génèrent également un environnement de travail efficace et sont la base indispensable pour la réalisation de raccordements de tubes durables et de haute qualité.





## 6.2.1 Planification et logistique de chantier

Une logistique de chantier fiable est essentielle pour un travail efficace en termes de coûts et de ressources.

Tous les composants de la conduite, machines de levage et de transport, appareils de soudage, générateur, outils et équipements auxiliaires nécessaires doivent être disponibles sur le chantier dans les délais et être bien entretenus et prêts à fonctionner.



Vous trouverez une liste de contrôle "Organisation du chantier" dans la rubrique "Annexes" "Guide et directives de pose":

[VKR RL02](#)

[Annexe 6.2.1 Guide et directives de pose Check-list - Organisation du chantier](#)



La planification détaillée de la séquence utile des différentes techniques de raccordement et la préfabrication des modules tubulaires permettent, d'une part, d'optimiser les coûts de gestion du projet et, d'autre part, d'obtenir une meilleure qualité de raccordement.

## 6.2.2 Installation de chantier

Le chantier doit assurer des conditions optimales afin de permettre l'installation des tubes et de leur raccordement :

- Installation de stockage pour tubes, raccords et équipement sur le chantier (machines et outils provisoirement non utilisés dans la fouille)
- Position de l'installation de stockage le plus près possible de l'emplacement de la conduite. Un sol plat et solide permet de manœuvrer facilement et de soulever/déposer les matériaux en toute sécurité au moyen des véhicules de transport. L'accès à l'installation de stockage doit être garanti à tout moment
- Pour les grandes dimensions, des moyens de transport et de manutention adéquats sont nécessaires pour effectuer l'installation (utilisation correcte des sangles pour éviter les dommages)
- Respectez également les directives du chapitre "Tubes / Transport et stockage" pour un stockage sûr et un transport sans danger des tubes et des raccords
- Evitez que les zones de soudage et d'étanchéité soient contaminées par les facteurs environnementaux. Portez des vêtements de travail propres et retirez du lieu de soudage tout ce qui est très sale, huileux ou graisseux ou qui forme des brouillards gras ou huileux.

### 6.2.3 Moyens auxiliaires pour l'installation

Les outils et les moyens auxiliaires facilitent la pose et réduisent le potentiel de risque lors de l'installation

- Pour dérouler en toute sécurité les tubes en rouleau, tenez compte des outils auxiliaires et des instructions du chapitre „Tubes/ Transport et stockage“.
- Pour déplacer et aligner de manière simple et précise les tubes, utiliser des rouleaux réglables en hauteur
- La préfabrication de modules tubulaires doit se faire à un endroit propre, sec et aménagé de manière optimale à proximité du chantier. Attention ensuite à la mise en fouille des modules tubulaires encombrants.

## 7 Technique de pose

### 7.1 Exigences en matière de personnel, de matériel et de propreté

#### 7.1.1 Personnel

Conformément aux directives SSIGE G2 (gaz), W4 (eau) et F2 (Réseaux de froid à distance et d'énergie), seuls les soudeurs titulaires d'un certificat/passeport de soudeur valable selon GWF 101 sont habilités à effectuer les assemblages soudés de tubes de gaz, d'eau et d'énergie en polyéthylène.

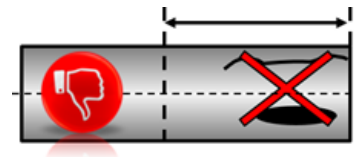
Une formation sur la technique de pose et d'assemblage spécifique au produit dispensée par le fabricant ou le fournisseur est en outre recommandée.

#### 7.1.2 Matériau

##### Exigences techniques

Les tubes, raccords et vannes doivent être contrôlés en fonction des exigences techniques de planification du projet avant le début des travaux :

- Exigences géométriques ( $d_n$ , SDR)
- Gamme de pression (PN)
- Homologation (SSIGE) et identification (matériau, couleur, utilisation prévue, lot de production, etc.)
- Exigences spéciales associées à la technique de raccordement (p. ex.: ovalisation max. des tubes <3%, toutefois pour l'électrosoudage <1,5% ou max. 3 mm)
- Contrôle visuel pour tubes monocouche à paroi compacte : rayures admissibles jusqu'à max. 10% de l'épaisseur de la paroi. Dans la zone de soudage/d'étanchéité, **aucune** rayure, rainure ou aplatissement ne sont autorisés !



#### 7.1.3 Propreté

Selon la SSIGE W4 et G2 le monteur de tuyauteries a la responsabilité de s'assurer qu'aucun contaminants ou impuretés ne soient déversés dans le système de tuyauteries pendant la phase de construction. Comme l'eau potable est une denrée alimentaire, il est soumis à la législation sur les denrées alimentaires. Par conséquent, d'une part, l'hygiène des conduites d'eau potable est importante et, d'autre part, pour le gaz, l'énergie et l'eau, il faut s'assurer que la robinetterie et les instruments sensibles (par exemple les compteurs de gaz ou d'eau) ne soient pas endommagés.

Les mesures à prendre sont par exemple :

- vérifier la propreté des raccords et de la robinetterie
- fermer les extrémités des tuyaux lors des interruptions de travail
- n'utiliser que des composants approuvés par la SSIGE (tubes, raccords, robinetterie et joints d'étanchéité, etc.).

## 7.2 Fouilles

La conception de la tranchée et la qualité de la pose ont une influence décisive sur les prestations et la durée de vie des conduites. Elles déterminent si un tube doit endurer des conditions inacceptables ou si des dommages risquent d'être déjà causés au cours de la phase de construction par un ballast de mauvaise qualité.

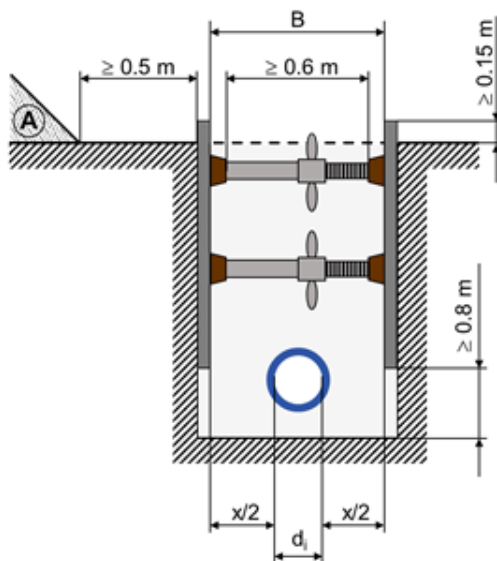
En outre, une partie essentielle du coût de la construction ou de la rénovation d'une conduite enterrée (~ 90%) concerne le génie civil et la réfection des chaussées. Une installation et une conception efficaces et professionnelles des fouilles sont donc très importantes en termes de coûts.

### 7.2.1 Réalisation des fouilles

Les dispositions légales, les directives de la SUVA, les spécifications des normes EN 1610 et SIA 190 définissent les exigences pour les fouilles pour conduites.

- Fouilles non étayées avec parois verticales et sol stable :
- profondeur max 1.5 m
- Fouilles étayées avec parois verticales et sol ferme :
- étayage jusqu'à max. 0,8 m au-dessus du fond
- Fouilles dans des sols instables, fouilles talutées et nivelées : cf SIA 190 et BauAV
- L'espace minimum de travail  $x/2$  correspond à l'écart latéral entre le tube et la paroi ou l'étalement de la fouille.

**Fouille étayée**  
profondeur > 1.5 m



B	Largeur de fouille
A	Déblai
$d_n$	Diamètre extérieur du tube
$x/2$	Demi-écart latéral de l'espace de travail

Dans la zone de pente A, une vérification de la sécurité structurale par un ingénieur géotechnique est requise. → Pour plus de détails, voir BauAV

Largeur minimum de la fouille par rapport à la profondeur

Profondeur de fouille [m]	Largeur min. de fouille B [m]
< 1.00	0.60
$\geq 1.00 \dots \leq 1.75$	0.80
$> 1.75 \dots \leq 4.00$	0.90
> 4.00	1.00

- La largeur minimale de la fouille peut être inférieure dans la mesure où il est interdit au personnel de pénétrer dans la fouille, p. ex. en cas de technique de montage automatisée ou d'utilisation de matériaux de remblai auto-compactants. Toutefois, les restrictions liées à la sécurité doivent être stipulées dans les plans du projet
- Si un compactage mécanique du remblai ou du lit de pose est nécessaire, la zone de travail minimum doit être de  $x/2 = 0,25$  m et de  $x/2 = 0,5$  m à partir de  $d_n$ , 630
- La distance horizontale entre les tuyaux dans la même fouille doit être de 0,35 m (pour les tubes  $\varnothing < 700$ ) ou de 0,50 m (pour les tubes  $\varnothing > 700$ ).

Largeur minimale de la fouille ( $B = d_n + x$ ) par rapport au diamètre extérieur de la conduite :

$d_i$ [mm] <sup>1</sup>	$d_n$ [mm] <sup>2</sup>	Largeur min. de fouille B [m]
< 400	< 500	$d_n + 0.40$
$\geq 400 \dots \leq 1200$	$\geq 500 \dots \leq 355$	$d_n + 0.60$ $x_1 \geq 0.40$

- L'étaillage doit contenir les forces exercées par les parois de la fouille (également dans les secteurs de croisements de conduites)
- Le démontage et l'enlèvement des étaillages de la fouille ne doivent pas impacter les constructions existantes. La fouille doit également être assurée à ses extrémités
- La zone de travail latérale doit être disponible pour tous les travaux
- Le creusement sous un ouvrage ou sous la zone de la conduite ne peut être effectué que dans la mesure où il a été pris en compte dans le calcul statique. La composition du sol et la présence d'eau souterraine doivent être évaluées, en particulier dans le cas de creusement éventuel du sol compacté pendant un démontage
- Aucune force ni contrainte ne doit s'exercer entre l'étaillage et des éléments en béton dans le fond de fouille
- L'étaillage ne doit pas être retiré tant qu'il n'a pas été remplacé par un remblayage

<sup>1</sup> Selon la norme SIA 190 et l'OTConst,  $d_i = d_n$  (diamètre intérieur) est déterminant pour fixer la largeur minimale de la tranchée.

<sup>2</sup> A titre de complément à la norme SIA 190, en plus du  $d_i = d_n$  (diamètre intérieur), le diamètre extérieur ( $d_n$ ) déterminant pour les tubes en PE est également représenté ici.

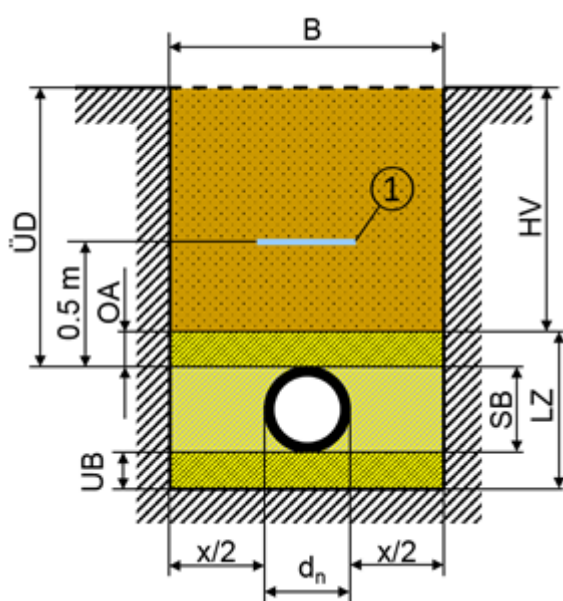
- Lors du démontage de l'ensemble de l'échafaudage, il faut veiller à ce que le remblai compacté soit en contact avec le sol. Si cela ne peut être assuré, les cavités créées doivent être remplies au moyen d'un matériau par un procédé adéquat
- Largeur de fouille recommandée : 0,80 m pour les raccords d'immeubles et 0,90 m pour les raccordements des bornes d'incendie (voir SSIGE W4 partie 5 – Exemple pratique 6).

## 7.2.2 Lit de pose et profil de fouille

La qualité du lit de pose détermine directement la durée de vie des conduites posées ; cf. SIA 190 (chiffre 5.3.1) :

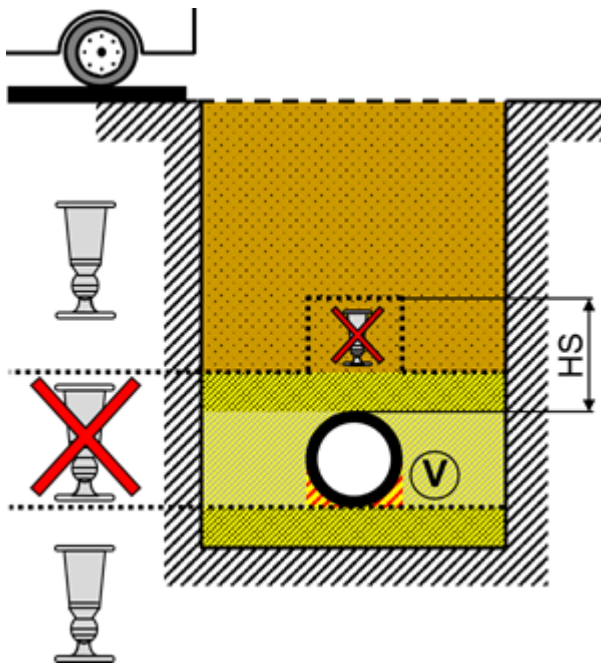
- Le lit de pose doit assurer une répartition uniforme de la pression dans la zone d'appui de la conduite
- Si un remplacement de matériaux est effectué dans la zone située au-dessous du lit de pose, il doit être effectué sur toute la largeur de la fouille
- Les matériaux de remplissage doivent être compactés uniformément, non seulement sur le fond de fouille, mais également sur les côtés, ceci avec des dispositifs de compactage appropriés
- Le compactage des matériaux de remplissage doit être conforme aux exigences statiques de la planification
- La hauteur, les matériaux et le dispositif de compactage à utiliser doivent être adaptés les uns aux autres
- Les zones de remplissage latérales et supérieures ainsi que les zones de dérivations doivent être compactées de manière à ce que la conduite ne soit pas endommagée et qu'elle reste bien dans sa position
- Si les conditions de fouille ne permettent pas localement un compactage suffisant du remblai latéral, la conduite peut être partiellement ou complètement enrobée de matériel lié hydrauliquement.

**Profil du lit de pose**



Autorisé sans échafaudage jusqu'à une profondeur de fouille de 1.5 m

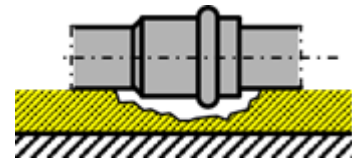
B	Largeur de fouille
O	Bande d'avertissement
ÜD	Hauteur de recouvrement
HV	Hauteur de remplissage avec les matériaux issus de l'excavation
LZ	Zone de la conduite avec des matériaux d'enrobage (gravier à béton non concassé 0-16 mm ou sable concassé < 11mm)
OA	Hauteur du matériel d'enrobage supérieur, min. 15 cm au-dessus du tube, respectivement min. 10 cm au-dessus des raccords
SB	Lit de pose latéral
UB	Hauteur du lit de pose inférieur $UB = 100 \text{ mm} + 1/10 * d_n$ (sols normaux) $UB = 100 \text{ mm} + 1/5 * d_n$ (sols rocailloux)
$d_n$	Diamètre extérieur du tube
$x/2$	Moitié de zone de travail latérale



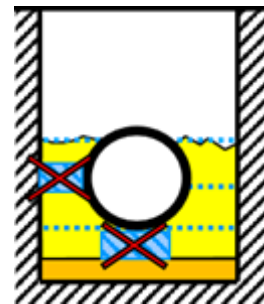
HS  
Hauteur de la couche de protection  
30-50 cm au-dessus du tube (en  
fonction du compacteur)

V  
Compactage des parties latérales,  
prêter particulièrement attention aux  
côtés sous la conduite

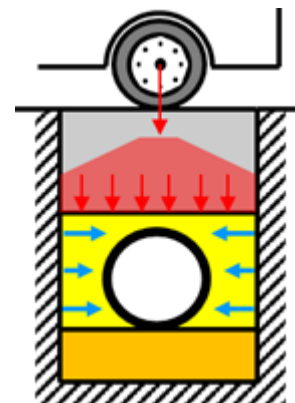
Les conduites en fouille doivent être posées bien à plat. Aux endroits des assemblages ou de la robinetterie, une partie du lit de pose doit être retirée. Par la suite, en particulier dans le domaine des composants lourds (par exemple, raccords métalliques > 90 kg /d<sub>n</sub> 200), il est important d'assurer un bon compactage et un lit de sable tout autour.



Avant de recouvrir la conduite, retirez tous les supports et les cales ! Tasser puis retirer les supports sous le tube.



Le lit de pose inférieur et latéral doit absorber les charges du terrain et du trafic. Veiller à un bon compactage sur les côtés de la conduite ! En fonction de l'espace disponible, procéder au compactage soit avec le pied, soit avec un pilon manuel.

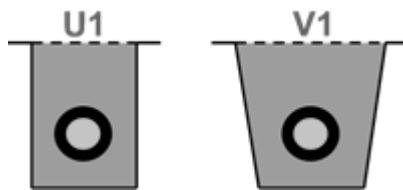




Le planificateur détermine le profil de pose. Les différents profils de tranchées sont décrits dans la norme SIA 190. Seuls les profils U1/V1 et U4/V4 sont autorisés pour les conduites en matière synthétique en fouille ouverte.

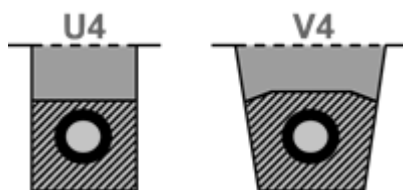
### Conduites de gaz et d'eau sous pression et canalisations

Dans la zone de la conduite, les matériaux de construction non liés sont autorisés aux conditions indiquées dans le chapitre suivant.



### Evacuation des eaux des immeubles

Pour ces profils normaux, du béton armé ou lisse C20/25 doit être utilisé.



Exigences complémentaires relatives aux profils normaux et fouilles pour conduites selon la norme SIA 190 :

- L'épaisseur du lit de pose inférieur (UB) dans des sols normalement résistants doit être la suivante :

$$UB = 10 \text{ cm} + \frac{1}{10} \cdot d_n$$

Pour les sols rocheux, caillouteux ou denses ayant une consistance solide (p. ex. argile, marne, moraine), l'épaisseur de la couche inférieure de litière devrait être la suivante :

$$UB = 10 \text{ cm} + \frac{1}{5} \cdot d_n$$

- L'épaisseur du recouvrement supérieur OA dépend de l'équipement de compactage utilisé. Il est généralement de 300 mm, mais au moins de 150 mm au-dessus du sommet du tuyau ou de 100 mm au-dessus du raccord.

Il convient en outre de noter les points suivants :

- La couverture minimale dans le secteur routier est de 1 m
- Les canalisations de gaz doivent avoir une couverture minimale de 1 m
- La distance de dégagement horizontale entre des tubes et câbles en parallèle doit être > 40 cm
- Les conduites en matières synthétiques doivent être protégées des conduites transversales ou parallèles «chaudes» (chauffage urbain, pompe à chaleur, ...).



## 7.2.3 Matériaux utilisables

### Enrobage dans la zone de la conduite

Les matériaux de construction autour de la conduite - selon les exigences du planificateur - doivent assurer une stabilité durable et pouvoir supporter la charge de la conduite.

- Les matériaux d'enrobage ne doivent pas altérer le tube, le matériau du tube, les eaux souterraines ou le sol. Les matériaux d'enrobage gelés ne peuvent en principe pas être utilisés
- Les matériaux d'enrobage de la zone de la conduite peuvent provenir soit du sol (dont l'utilisabilité est éprouvée), soit de matériaux de construction livrés
- Les matériaux de construction pour le lit de pose ne doivent contenir aucun composant, supérieur à:
  - 22 mm pour les tubes  $d_n \leq 200$  mm;
  - 40 mm pour les tubes  $d_n > 200$  mm ...  $d_n \leq 630$  mm;
  - 60 mm pour les tubes  $d_n > 630$  mm.
- Les matériaux du sol existants doivent être réutilisés pour la zone de la conduite s'ils sont conformes aux règlements d'application ou à la planification et s'ils répondent aux exigences de compactage
- Les matériaux du sol existants doivent être exempts de tout ce qui peut endommager le tuyau (par exemple «granulométrie surdimensionnée», racines d'arbres, déchets, matières organiques, neige et glace) et d'argile.

Les matériaux ci-dessous, qui peuvent inclure des matériaux de construction recyclés, conviennent. L'impact sur l'environnement doit être pris en compte.

- Les matériaux de construction granulaires non liés (granulés) autorisés sont les suivants :
  - Granulés (gravier);
  - Matériaux tamisés;
  - Sable;
  - Mélanges de graviers (All-In);
  - Matériaux de construction concassés (0-11mm).
- Les matériaux de construction avec des liants minéraux admissibles sont les suivants :
  - Sol en ciment solidifié;
  - Sol stabilisé (p. ex. avec ciment, carbonate de calcium);
  - Béton léger;
  - Béton maigre;
  - Béton non armé;
  - Béton armé;
  - Matériaux de remplissage auto-compactant.
- Les matériaux de construction non compactables autres que ceux mentionnés ci-dessus peuvent être utilisés pour la zone de la conduite si leur conformité est prouvée. Les substances naturelles ou artificielles, qui peuvent causer des dommages à la conduite, doivent être évitées

- Lors de l'utilisation d'agrégats produits industriellement (p. ex. sable de fonderie) ou de matériaux de construction recyclés, leur compatibilité environnementale en ce qui concerne la construction des conduites, le sol et l'eau environnants, ainsi que leur adéquation avec le sol du point de vue mécanique doivent être approuvées par le planificateur.

Si un sol liquide est utilisé, il doit s'agir d'un "sol liquide hydrauliquement non lié", afin qu'une drague aspirante puisse être utilisée pour les futurs travaux de construction des conduites.

### Remplissage principal

- Les matériaux de construction pour le remplissage principal doivent être conformes aux exigences de la planification
- La plupart des matériaux de construction peuvent être utilisés pour le remplissage principal. Il est possible que certains matériaux de construction, comme le matériel granuleux, ne conviennent pas à toutes les conditions
- Le matériel d'excavation contenant des pierres jusqu'à un maximum de 300 mm de granulométrie, ou l'épaisseur de la couche de protection, ou correspondant à la moitié de l'épaisseur de la couche à compacter (la valeur inférieure doit être appliquée) peut être utilisé pour le remplissage principal. Cette valeur peut également être réduite en fonction de la zone d'application (par exemple sous les routes), selon les conditions du sol, des eaux souterraines et du matériau de la conduite.

## 7.2.4 Pose sans lit de sable

Dans le cas de pose dans une fouille ouverte de tubes en PE100-RC ou de tubes avec manteau de protection qui sont conformes à la norme PAS 1075 PAS 1075[1], les matériaux d'excavation peuvent être utilisés pour le remblayage de la conduite, à condition qu'ils ne contiennent pas de matières nocives pour les canalisations (déformation excessive du tube ou attaque chimique du tube).

Les matériaux d'excavation suivants ne sont pas autorisés pour le remblayage : grosses pierres, racines d'arbre, ordures, matière organique, grande argile > 75mm, neige et glace

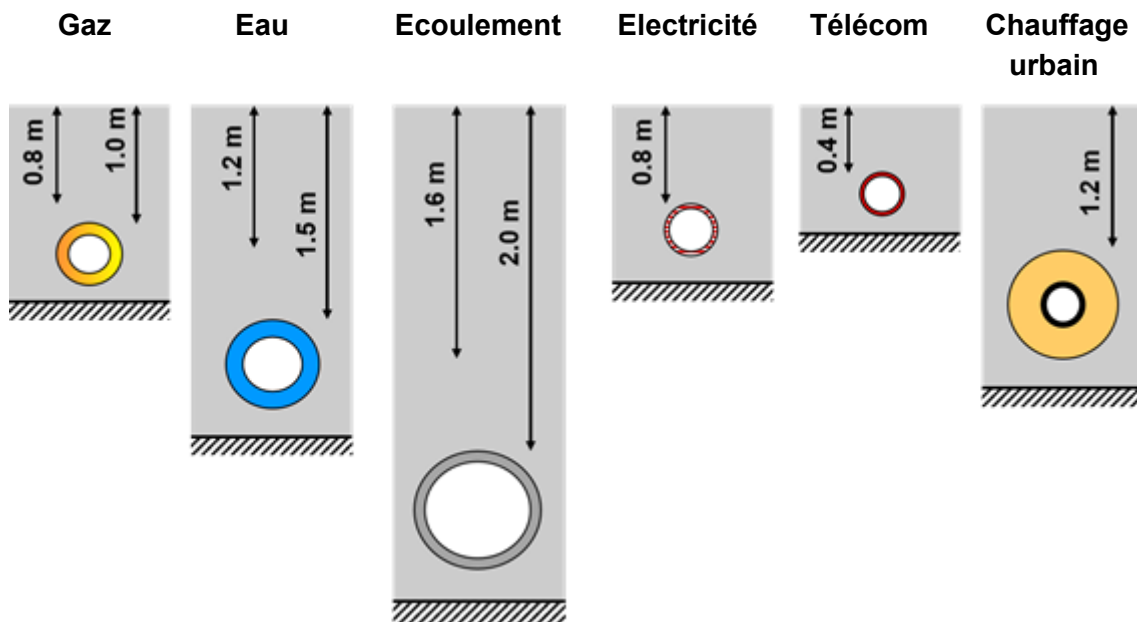
---

[1] PAS 1075 - Publicly Available Specification «Tubes en polyéthylène pour techniques de pose alternatives»

## 7.2.5 Profondeur de pose des conduites

Les conduites sous pression et les canalisations sont toujours à poser à une profondeur **hors-gel**. Ceci peut naturellement varier fortement en fonction des régions.

Par conséquent, il n'est pas possible de définir une règle générale sur les profondeurs de pose des tubes. Les profondeurs sont en partie définies par les autorités locales et peuvent être localement très différentes. L'aperçu suivant ne donne qu'une indication approximative et n'est pas toujours valable.



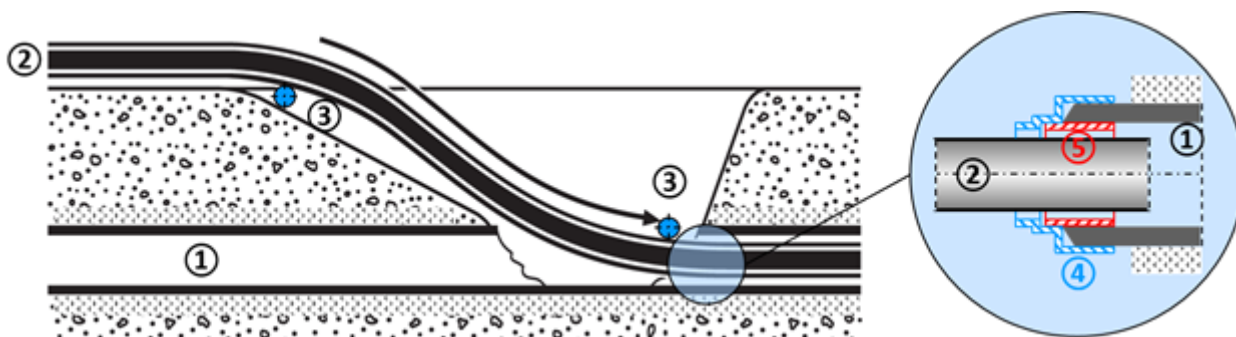
## 7.3 Technique de pose sans fouille



En raison des propriétés exceptionnelles du PE 100-RC (grande flexibilité, résistance élevée au déchirement et grande robustesse), des techniques de pose sans fouille ont été développées. Elles apportent des avantages économiques importants par rapport à la pose de conduite en fouille ouverte.

Toutefois, cette technique de pose sans fouille sollicite les tubes de manière conséquente. Par conséquent, le PE100 standard sans couche supplémentaire de protection ne convient pas pour la pose sans fouille !

Indépendamment des techniques de pose, il faut prêter attention à ce qui suit :

- Lors de la pose sans fouille, aucun ruban de repérage n'est nécessaire. Dans le doute, des tubes PE avec des possibilités de détection supplémentaires sont disponibles
- Lors de l'insertion, les forces de traction maximales admissibles des tubes et les rayons minimums sont à respecter
- La seule technique d'assemblage préalable admise pour les tubes à insérer est le soudage bout à bout par élément chauffant
- Le tronçon initial du tube étant particulièrement sollicité, cette partie du tube ainsi que les soudures sont à contrôler pour s'assurer qu'elles ne présentent pas de détériorations
- Lors de la traction du tube, il faut veiller à ne pas endommager sa surface !
  - o Ne pas "trainer" les tubes sur le sol, mais utiliser plutôt des rouleaux
  - o Protéger les arêtes vives de "l'ancien" tube avec un manchon.



- ① Ancien tube
- ② Nouveau tube PE
- ③ Rouleaux de guidage
- ④ Manchette extérieure 
- ⑤ Manchette intérieure 

En principe, il peut y avoir dans la pose sans fouille de nouvelles installations ou des rénovations. Les tableaux ci-après reflètent les qualités des différents types de tubes pour les nouvelles installations et pour la rénovation.

### 7.3.1 Pose à neuf sans fouille<sup>3</sup>

Procédé	Schéma	Type 1	Type 2	Type 3	PE pour fluide avec tube de protection
		PE-100 à paroi pleine	PE-RC mono ou multicouche	PE-RC avec manteau de protection	
Forage directionnel (HDD) foret de guidage et élargissement			 Sols appropriés seul	 	 
Micro tunneling Insertion du tube par poussée		 Patins de glissement	 Patins de glissement	 	
Poussage/ tirage avec tube d'appoint			 Sols appropriés seul		 
Fonçage (contrôlé ou non contrôlé)			 Sols appropriés seul		 
Fraisage			 		
Fraisage			 		

Idéal     
 Oui     
 Possible, à clarifier     
 Non

L'installation de longs tronçons de tubes, tant dans la construction neuve sans fouille que dans la rénovation, doit être effectuée dans certains cas avec des forces de traction très élevées. Afin de ne pas endommager le tube lorsqu'il est tiré, la force de traction admissible qui représente 50% de la résistance maximale (10 N/mm<sup>2</sup> pour le PE100/PE100-RC) ne doit pas être dépassée.

Indépendamment de la dimension et du niveau SDR, cela permet (avec un mouvement pratiquement libre de frottement sur les rouleaux) de tirer un tube en PE100/PE100 RC d'une longueur maximale de 1000 m.

Vous trouverez une liste de contrôle pour la planification et l'exécution d'une installation sans fouille à la rubrique "Annexes" „Guide et directives de pose” :



[VKR RL02](#)

[Annexe 7.3.1 Guide et directives de pose - Checklist Pose sans fouille](#)

[Annexe 7.3.3 Guide et directives de pose - Fiche technique - Dimensions de la fouille lors de l'introduction du tube](#)



<sup>3</sup> Le contenu correspond à la W4 de la SSIGE Partie 5 – Feuille thématique 1

### 7.3.2 Assainissement sans fouille<sup>4</sup>

Procédé	Schéma	Type 1	Type 2	Type 3	PE pour fluide avec tube de protection
		PE-100 à paroi pleine	PE-RC mono ou multicouche	PE-RC avec manteau de protection	
Relining en torche avec <b>espace annulaire de remplissage</b>		 Patins de glissement	 Patins de glissement		
Relining en torche sans <b>espace annulaire de remplissage</b>			 Patins de glissement		
<b>Close-fit</b> - Swagelining - Procéd. «Roll-down» - Compact-Pipe - U-Liner					
<b>Berstining</b> (stat./ dynam.) - Procéd. de tirage - Elargissement - Pipe Cracking					



Vous trouverez une liste de contrôle pour la planification et l'exécution d'une installation sans fouille dans la rubrique "Annexes" „ Guide et directives de pose“ :

[VKR RL02](#)

[Annexe 7.3.2a Guide et directives de pose - Checklist Planification pose sans tranchée](#)



Vous pouvez obtenir une table des forces de traction admises pour les longueurs de tube de différentes dimensions et niveaux SDR dans la rubrique "Annexes" "Guide et directive de pose":

[VKR RL02](#)

[Annexe 7.3.2b Guide et directives de pose - Fiche technique - Forces de traction admissibles](#)



<sup>4</sup> Le contenu correspond à la W4 de la SSIGE Partie 5 – Feuille thématique 1

Bien que, pour des raisons économiques et pour assurer une durée de vie aussi longue que possible, des sections de tuyauterie soient réhabilitées par des mesures de relining, les dérivations doivent être reliées aux points de branchement. Ces dérivations peuvent être faites au moyen de la technique conventionnelle en incorporant un té.

Une variante de l'installation, plus économique que ci-dessus, est la connexion de la dérivation au tube principal au moyen d'une selle de raccordement soudée et percée au lieu d'un té (économie de temps et de coûts).

## 7.4 Réparations

Pour les réparations de tuyauteries en matière synthétique, les raccords et les techniques de raccordement suivants sont disponibles :

- Manchons électrosoudables (manchon coulissant ou collier de réparation)
- Raccord à compression (manchon ou collier)
- Raccord à emboîter (manchon coulissant de réparation)
- Raccord de tube comme collier d'étanchéité (pour le PE seulement comme solution temporaire d'urgence !)

Lors du soudage, la zone de soudure doit être sèche.

La soudure sous dégagement de gaz est interdite en raison du danger d'explosion !

De manière générale, le travail sur les conduites de gaz sous pression est dangereux !

La Suva offre une fiche technique sur la sécurité «**Conduites de gaz : consignes de sécurité**», que vous pouvez télécharger gratuitement :

[Fiche technique : Conduites de gaz naturel --> consignes de sécurité](#)



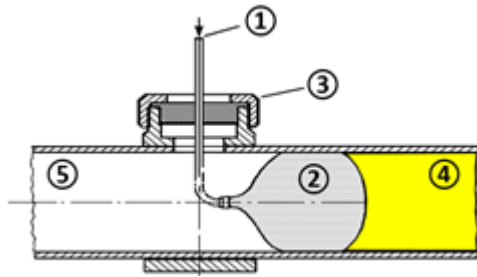
### 7.4.1 Arrêt du débit du fluide

De manière générale, pour les conduites d'eau et de gaz, le débit de fluide doit être arrêté avant la réparation. Il y a plusieurs façons de procéder :

- Fermer la robinetterie (vanne à glissière ou à bille, collier de prise avec vanne)
- Installer un ballon obturateur (utilisable pour le gaz, mais pas pour l'eau pour des raisons d'hygiène)
- Ecraser.



## Ballons obturateurs



- ① Ancien tube
- ② Ballon obturateur
- ③ Cape étanche au gaz
- ④ Côté gaz
- ⑤ Côté réparation

### Gaz :

- Observer la plus grande prudence lors du travail sur des conduites de gaz sous pression (respect strict de la directive SSIGE G2)
- Installer des dispositifs de fermeture provisoire sur toutes les conduites de gaz sous pression à proximité des points de réparation
- Dispositif de fermeture provisoire = Installer des ballons obturateurs
- Pression de gaz  $\leq 50$  mbar (avec des ballons à main)
- Installer des ballons obturateurs de gaz contre la pression de gaz avec des colliers de prise pour ballon et des dispositifs de ballonnage (ballons à main seulement en cas d'urgence !)

### Eau :

- Ne pas créer une accumulation de pression derrière le ballon, car il sera alors aspiré dans le tube !
- Le ballon est inséré avec le courant (sens inverse de l'eau), et il faut assurer un écoulement en amont du ballon par l'intermédiaire du collier de prise pour ballon obturateur !
- Dans le domaine de l'eau potable, les ballons obturateurs doivent répondre aux exigences en matière d'hygiène (propres, sans graisse, etc.).

### Ecrasement

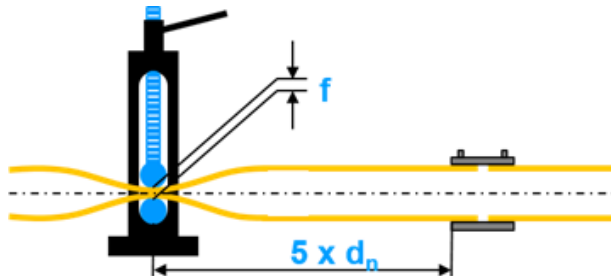
La flexibilité du PE permet d'écraser le tube pour interrompre le débit du fluide. Il faut toutefois tenir compte de ce qui suit (DVGW GW 332) :

- Ecraser seulement comme mesure d'urgence en cas de dommage
- Distance jusqu'à un assemblage de  $> 5 \times d_n$
- Un seul écrasement par endroit. Pour éviter un écrasement ultérieur, la position géographique doit être documentée dans le cadastre des plans de réseau. De plus, le point de pincement doit être marqué de façon permanente (autocollant d'avertissement) ou un collier doit être soudé à proximité immédiate ( $< 5d_n$ )
- Ecraser lentement le tuyau et le déformer lentement (surtout en cas de froid)
- Utiliser des outils d'écrasement adaptés aux normes du marché avec des blocages de distance appropriés pour s'assurer que le degré d'écrasement est respecté
- A des pressions plus élevées : double écrasement avec évacuation intermédiaire du gaz ou vidange de l'eau



- L'écrasement des diamètres  $d_n \geq 160$  mm ou des épaisseurs de paroi  $e \geq 10$  mm n'est pas recommandé.

Un écrasement non défini jusqu'à l'étanchéité n'est pas autorisé ! Le degré d'écrasement de 0,8 ne doit donc pas être dépassé, sinon un dommage matériel serait causé aux points d'écrasement.

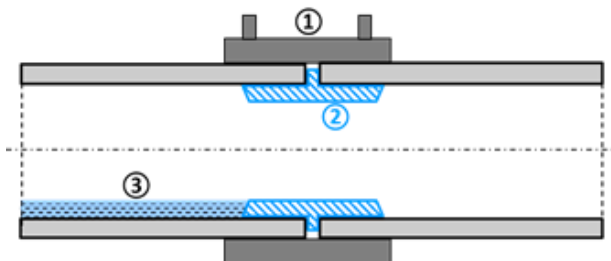


$$f \geq 0.8 \cdot 2 \cdot e$$

f → Degré d'écrasement

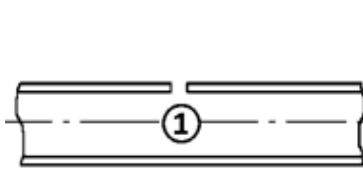
### Douilles pour tube

L'eau qui coule (par exemple par des vannes non étanches) rend impossible certains types d'assemblages (par exemple soudage). Dans ce type de cas, les douilles pour tube offrent une option de retenue/écoulement de l'eau (excluant éventuellement la mise en pression pendant le soudage).

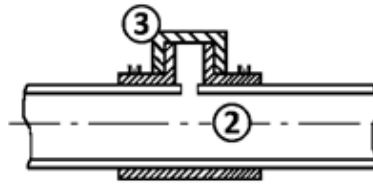


- ① Manchon électrosoudable
- ② Douille pour tube
- ③ Eau résiduelle accumulée

## 7.4.2 Dommages mineurs

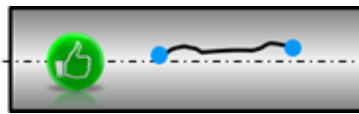


- ① Tube défectueux
- ③ Cape de fermeture



- ② Collier de réparation

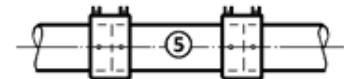
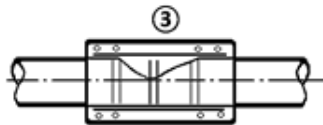
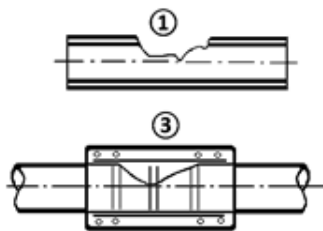
En cas de petits dommages (perforations, fissures courtes mais profondes, éraflures) l'endroit défectueux peut être réparé avec un manchon ou un collier bouchonné.



Il serait judicieux de réduire l'effet de prolongation de la fissuration de cet endroit défectueux par perçage des extrémités de la fissure..

## 7.4.3 Dommages importants

Des dommages importants (par exemple par une excavatrice), doivent être réparés en découpant la pièce défectueuse du tube et en insérant une nouvelle section de tube en utilisant des manchons.



- ① Tube PE défectueux
- ② Couper une section de tube
- ③ Manchon de réparation (pour le PE, solution seulement en cas d'urgence !)
- ④ Manchons coulissants
- ⑤ Tube PE réparé

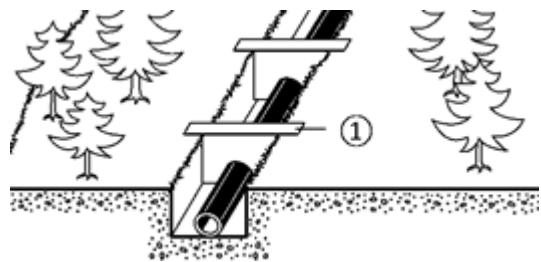
## 7.5 Mesures d'ordre constructif

En sus de la fouille pour la conduite, d'autres mesures d'ordre constructif peuvent être nécessaires pour assurer l'utilisation sûre et à long terme du système de tuyauterie.

### 7.5.1 Fixations et renforts

Outre la pression intérieure, les conduites souterraines subissent d'autres charges extérieures. Ces charges proviennent d'une part du sol, d'autre part des charges de trafic qu'il faut ajouter dans les zones routières.

Si des niveaux de différentes hauteurs sont raccordés, les forces générées par la pente agiront sur la conduite. Un glissement du tuyau doit être évité en construisant des butées en béton (1). Dans l'exécution et le calcul des butées en béton, il faut également tenir compte du fait que le lit de pose puisse s'effondrer dans la fouille, d'où un glissement de la conduite. L'exécution des butées et du drainage correspondant doit être décrite dans les documents de planification.

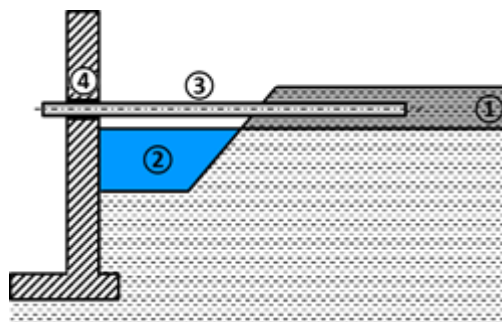


### 7.5.2 Excavation

Si les conduites doivent être posées près d'une excavation ou dans une fouille, il faut :

- tasser mécaniquement le sol de la fouille
- protéger la conduite de raccordement de la maison contre les affaissements et le cisaillement en posant des renforts en béton ou une plaque renforcée ancrée dans le bâtiment.

- ① Fouille
- ② Renfort en béton
- ③ Tube PE
- ④ Passage de mur



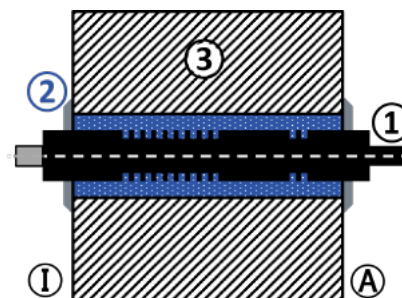
### 7.5.3 Passage de mur

L'introduction d'un tube à travers le mur d'un bâtiment ou d'une façade est appelé passage de mur. Les passages de mur doivent être étanches à l'eau et au gaz et résister à la traction. Ceci se fait grâce à une mousse d'étanchéité spéciale ou à un rhabillage conventionnel du mur. Des solutions alternatives avec des bagues à sertir sont également disponibles.

Comme passages de mur, seuls les dispositifs fabriqués spécifiquement à cet usage sont autorisés. L'emmurage direct d'un tube en matière synthétique est interdit !

En raison de la protection contre les incendies, les conduites de gaz introduites dans le bâtiment doivent être uniquement en métal ou être placées dans un tube protecteur.

- ① Passage de mur
- ② Résine d'expansion
- ③ Mur extérieur
- A Extérieur
- I Intérieur

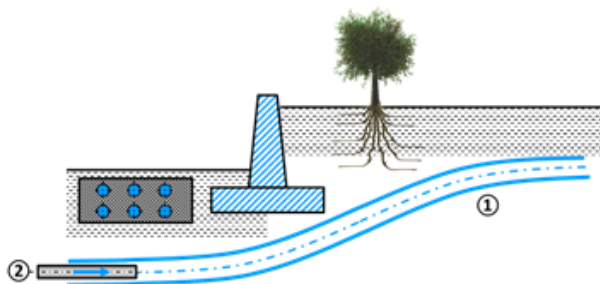


Les exemples d'exécution selon SSIGE W4 partie 5 exemple pratique 5 «Passages de mur» pour la construction ouverte et en fouille doivent être observés.

### 7.5.4 Tubes de protection

Les tuyaux de protection ① sont utilisés à des endroits localement inaccessibles (grandes séries de câbles, dans des zones arborées, derrière des murs de soutien, etc.). Ils facilitent les assainissements futurs et protègent le tube.

Les tuyaux de protection peuvent être bétonnés, mais aucun tube prévu pour des fluides ne peut être utilisé à cette fin. Utiliser des tubes de protection avec référence/marquage pour le produit (gaz, eau). Les extrémités des tubes de protection doivent être fermées aux extrémités en face du tube intérieur ②.



## 7.5.5 Changements de direction

Il est également possible de créer des coudes soudés de segments spécifiques à un projet à partir de pièces de tuyaux courts. Toutefois, selon la norme EN 12201-3, à partir d'un raccord de 15° (2 x 7,5° angle de coupe sur le tuyau), un facteur de réduction de 0,8 doit être observé ! Un angle de coupe >15° n'est pas autorisé.

Les pièces en T en sections de tube soudées ont un facteur de réduction de  $\leq 0.6$ .

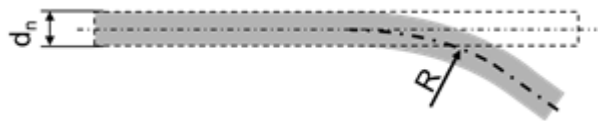
En raison de la flexibilité élevée du PE, les longs tronçons de tubes peuvent être pliés directement sur le chantier de construction et sans chauffage. Afin d'éviter tout dommage causé par les coudes lors de la pose des tuyaux, ceux-ci ne doivent pas être chauffés à l'air chaud ou autre et les rayons de cintrage minimaux suivants doivent être respectés :

### Tubes PE SDR11/ S5 & SDR17/ S8

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 20 \times d_n$$

$$R_{10^{\circ}\text{C}} = 35 \times d_n$$

$$R_{0^{\circ}\text{C}} = 50 \times d_n$$



Vous trouverez un tableau sur les rayons de pose minimaux autorisés dans la rubrique "Annexes" „Guide et directives de pose”:

[VKR RL02](#)

[Annexe 7.5.5 Guide et directives de pose - Fiche technique - Rayons de cintrage autorisés](#)



## 7.5.6 Mise à la terre

En principe, une mise à la terre n'était autorisée que pour les conduites d'eau et n'est aujourd'hui plus recommandée par le SSIGE ! La mise à la terre des systèmes électriques n'est pas possible avec des tuyaux en matière synthétique. En cas de remplacement des canalisations métalliques existantes par des conduites en matière synthétique non conductrices d'électricité, la mise à la terre (conducteur de protection du bâtiment) doit être assurée professionnellement. La mise à la terre doit ensuite être coordonnée avec le propriétaire selon les règles de la société locale d'approvisionnement en électricité (SSIGE W4 feuille thématique 9)



Vous trouverez un modèle de lettre d'information au propriétaire de l'immeuble sur la nouvelle construction d'une conduite d'eau non conductrice d'électricité et sur la mise à la terre dans la rubrique "Annexes" „Guide et directive de pose" :

[VKR RL02](#)

[Annexe 7.5.6 Guide et directives de pose - Formulaire - Information au propriétaire - Mise à la terre](#)



## 7.6 Contrôle de réception

Pour l'assurance de la qualité, les conditions d'acceptation sont définies au cours des différentes phases pour les différents domaines de responsabilité (SSIGE W4, partie 5 - checklist n° 2). En sus du responsable de projet (planification), de la direction du bâtiment, de la société de construction et de la direction, l'installateur de réseau de conduites contribue aux tâches de contrôle de la qualité.



Vous trouverez une vue d'ensemble des tâches de contrôle avant/pendant les travaux de l'installateur de réseau de conduites, pour l'approbation de l'installation dans la rubrique "Annexes" „Guide et directives de pose“:

[VKR RL02](#)

[Annexe 7.6 Guide et directives de pose – Fiche technique – Contrôles du monteur de réseaux](#)

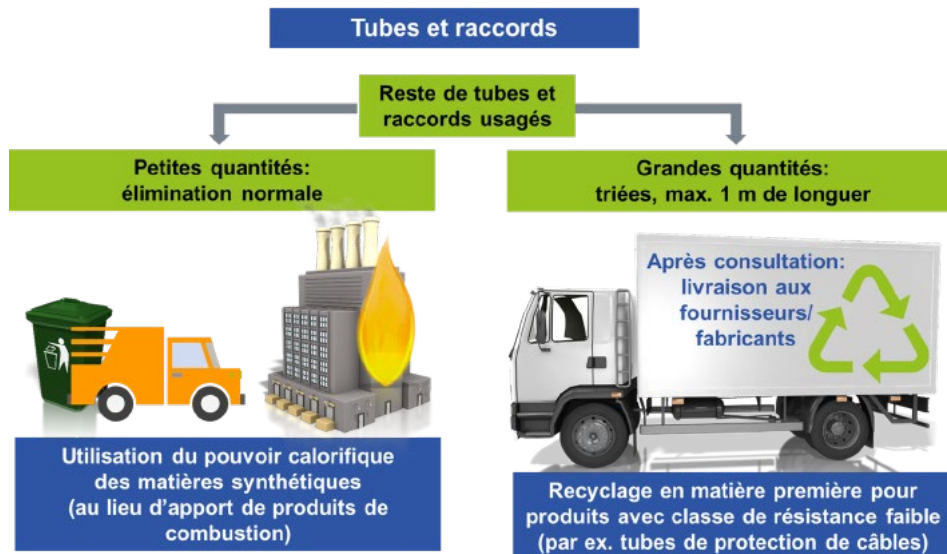


## 7.7 Elimination des déchets

Des déchets sont générés par chaque installation de conduites en réseau. Pour des raisons écologiques et économiques, le volume des déchets devrait être minimisé et les déchets non triés devraient être évités. Les déchets ne doivent pas être éliminés dans la fouille !

### Déchets en PE

Une planification minutieuse du chantier de construction réduit le nombre de sections de tubes et de pièces de tuyauterie qui ne sont plus utilisables.



### Grandes quantités

Si de grandes quantités de déchets en matière synthétique d'un même type sont produites lors de la préfabrication ou de la construction de conduites, celles-ci conviennent au processus de recyclage. Elles peuvent être retournées après consultation avec le fournisseur. Le fabricant, à son tour, réutilisera ces sections de tubes de chaque type de manière à ce que d'autres objets fonctionnels (par exemple des tubes de protection pour câble) puissent être produits à partir de ceux-ci.

Les fabricants de tubes et de raccords vous informeront sur le recyclage le plus efficace possible.

### Petites quantités

Dans de nombreux cas, le recyclage par le fabricant des petites quantités de déchets en matière synthétique non triés n'a pas de raison d'être, que ce soit au niveau économique ou écologique. Dans ce cas, on choisit l'incinération avec les déchets normaux. L'énergie de l'hydrocarbure que contient la matière synthétique est ensuite libérée et utilisée pour produire de la chaleur et de l'électricité.

### Déchets spéciaux

Les déchets (p. ex. serviettes en papier, bouteilles vides de nettoyants PE, copeaux de PE, etc.) ne doivent pas être éliminés dans la fouille. Une séparation rigoureuse de ces déchets par type, sur le chantier déjà et dans des sacs pour déchets distincts facilite une élimination respectueuse de l'environnement.

## 8 Mise en service

### 8.1 Essai de pression

L'essai de pression sert à la réception des conduites terminées ou de sections de celles-ci. Mais il permet uniquement de détecter les défauts grossiers d'usinage ou de pose, tels que :

- Electrosoudages non effectués
- Assemblages à brides non serrés et/ou absence de joints
- Absence de joint dans les manchons à emboîter
- Corps étrangers dans les soudures (herbe, papier,...)
- Dégâts par des tiers (dégâts de pelleteuse)

L'essai de pression (ou test d'étanchéité) ne fournit aucune information sur la qualité des assemblages ! La qualité des assemblages ne peut être assurée que par une mise en œuvre professionnelle !

#### 8.1.1 Directives

Selon les directives de la SSIGE G2 (gaz) et W4 (eau), chaque conduite doit faire l'objet d'un test de pression.

La conduite complète doit être testée, y compris les assemblages, la robinetterie et les massifs d'ancrage.

#### 8.1.2 Sécurité

Outre les règles de sécurité générales, les points supplémentaires suivants sont à respecter :

- Ne sont effectués dans la fouille que les travaux qui sont en relation directe avec le test de pression.
- Toutes les personnes impliquées dans la construction doivent être informées du début et de la durée du test.
- Pendant la mise sous pression de la conduite, personne ne doit se trouver dans la fouille.
- Lors de travaux sur des conduites sous pression, il faut s'assurer que personne ne se trouve dans la zone où des pièces pourraient être projetées → de côté par rapport à l'axe du tube.





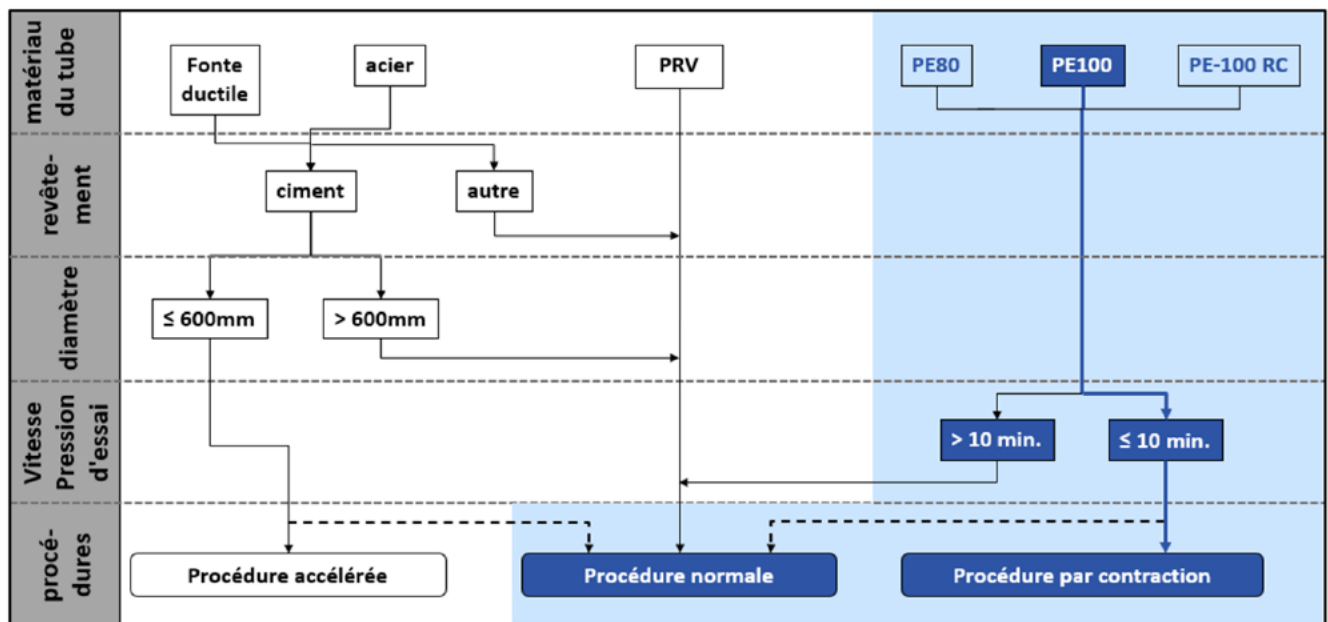
### 8.1.3 Aperçu des procédures

#### Eau (selon la fiche thématique 14 de la SSIGE W4)

Pour des conduites en PE, le procédé par contraction (réduction du volume) peut être utilisé si la pression d'essai peut être établie dans un délai de  $\leq 10$  min.

Si la pression d'essai ne peut pas être établie aussi rapidement pour des conduites ou des volumes plus grands, il convient d'appliquer la méthode normale, qui prend plus de temps.

Les tests d'étanchéité avec un maximum de 0,5 bar d'air ou de gaz inerte ne sont autorisés qu'en tant que test préliminaire pour les tronçons sensibles (passage souterrain, voie ferrée) et ne dispensent pas d'un autre essai de pression ordinaire ultérieur, selon le procédé par contraction ou normal.



Pour de courtes conduites ( $< 30$  m) et pour des raccords sur des conduites existantes  $d_n \leq 63$  mm, un examen visuel à la pression d'utilisation (OP) sera exécuté.

## Gaz

Pour les conduites de gaz, le **contrôle d'étanchéité** visuel est utilisé pour les courts tronçons de conduites ouverts ( $\leq 15\text{m}$ ) et les raccordements aux conduites de gaz existantes. Pour les parties de conduite enterrées partiellement ou entièrement recouvertes, le **procédé par mesure de la pression** sera utilisé.

Conduites d'alimentation :

MOP	Fluide d'essai	Pression minimale	Temps de repos	Durée min. de l'essai	Variation de pression admissible
$\leq 0.1 \text{ bar}$	Air, N <sub>2</sub>	1 bar	3 h	T = 3 h/ m <sup>3</sup> Vol. Minimum 3 h	50 mbar
$\leq 1 \text{ bar}$		3 bar	9 h		
$\leq 5 \text{ bar}$		7,5 bar	24h		

Conduites de raccordement (volume d'essai  $\leq 0.4 \text{ m}^3$ )

MOP	Fluide d'essai	Pression minimale	Temps de repos	Durée min. de l'essai	Variation de pression admissible
$\leq 0.1 \text{ bar}$	Air, N <sub>2</sub>	1 bar	3 h	10 min.	0 mbar
$\leq 1 \text{ bar}$		3 bar	9 h	60 min.	30 mbar
$\leq 5 \text{ bar}$		7,5 bar	24h		

Détails sur la pression d'essai, le temps d'essai et l'examen visuel, selon SSIGE G2

### 8.1.4 Détermination de la pression d'essai (eau)

L'essai de pression, à l'exception de l'examen visuel, se fait, en principe, avec une haute pression comme la plus haute pression d'utilisation du système (MDP). Pour un réseau d'alimentation il ne faut pas descendre en dessous d'une pression supérieure d'utilisation du système MDP de 10 bars. Pour toutes les conduites, indépendamment de la pression d'utilisation du système (MDP), la pression d'essai du système (STP) doit être déterminée. Lors de non calcul des coups de bélier (la plupart des cas) la pression d'utilisation du système (MDPa) s'applique (MDP<sub>a</sub>):

$$STP = MDP_a + 5.0 \text{ bar}$$

et

$$STP = 1.5 \cdot MDP$$

STP → Pression d'essai du système

MDP<sub>a</sub> → pression de service du système estimée

Utiliser la plus petite des deux valeurs.

La pression de test ainsi calculée s'applique au point le plus bas du tronçon testé. Au point culminant, la pression doit dépasser d'au moins 10% la pression d'utilisation du système. On détermine ainsi la pression minimale ( $STP_{min}$ ) au point culminant :

$$STP_{min} \leq 1.1 \cdot MDP$$

$STP_{min}$  → Valeur minimale de la pression d'essai du système

$MDP_a$  → Pression de service du système estimée

D'autre part, des valeurs maximales doivent être respectées en raison des limites de résistance du matériau tube :

**PE100/ PE100-RC SDR17:  $STP_{20^\circ C} \leq 12$  bar**

**PE100/ PE100-RC SDR11:  $STP_{20^\circ C} \leq 21$  bar**

## 8.1.5 Procédé par contraction (eau)

### Déroulement

Protéger la conduite pendant tout l'essai contre la hausse de température/l'ensoleillement. La température de la conduite ne doit pas dépasser 20 °C pendant l'essai (sinon la section de tube à vérifier sera endommagée et sa durée de vie réduite !)

Les points d'assemblage critiques ne doivent pas encore être recouverts afin de faciliter la localisation des fuites et leur réparation.

### Essai préliminaire (essai de résistance)

La conduite est à remplir depuis le point le plus bas et à purger par une vanne au point culminant. Après une heure d'attente, après le remplissage, contrôle de la purge d'air par l'ouverture de la vanne située au point culminant.

La conduite à essayer est à fermer.

La pression d'essai du système (STP) est à établir, si possible en 10 minutes.

La pression d'essai du système (STP) est à maintenir plus de 30 minutes par pompages successifs.

Finalement suit un temps de repos de 60 minutes pendant lequel la déformation viscoélastique de la conduite se produit. Pendant ce temps de repos, la pression d'essai du système (STP) ne doit pas baisser de plus de 20%.

Une plus forte chute de pression du tronçon de conduite provient soit d'une fuite ou à une augmentation inacceptable de la température. Dans ce cas l'essai sera interrompu et une répétition de l'examen préliminaire avec une heure de temps de repos sera entreprise. L'examen principal ne doit se faire qu'après la réussite de l'examen préliminaire.

## Essai principal avec test intégré de baisse de la pression

### Condition 1:

Pour interrompre le stress viscoélastique du tube, la pression est abaissée en deux minutes maximum à la valeur de réduction de pression prescrite ( $\Delta p_{ab}$ ) ci-dessous et le volume de l'eau évacuée ( $\Delta V_{ab}$ ) mesuré.

Matériau du tube	Module E [N/mm <sup>2</sup> ]	Série SDR	Série de tube	Chute de pression $\Delta p_{ab}$ [bar]
PE 100/ PE100-RC	1200	17	8	2,0
PE 100/ PE100-RC	1200	11	5	3,2

La purge de la conduite est avérée si le volume d'eau évacué ( $\Delta V_{ab}$ ) est inférieur au volume admissible ( $\Delta V_{zul}$ ).

$$\Delta V_{ab} \leq \Delta V_{zul}$$

et

$$\Delta V_{ab} \leq V_k \cdot L$$

$\Delta V_{zul}$  Volume d'eau admissible

$\Delta V_{ab}$  Volume d'eau évacué

$V_k$  Volume d'eau spécifique calculé [ml/m]

L Longueur de la conduite testée

Le tableau suivant indique le volume d'eau spécifique calculé ( $V_k$ ) en millilitres [ml] par mètre de longueur de la conduite:

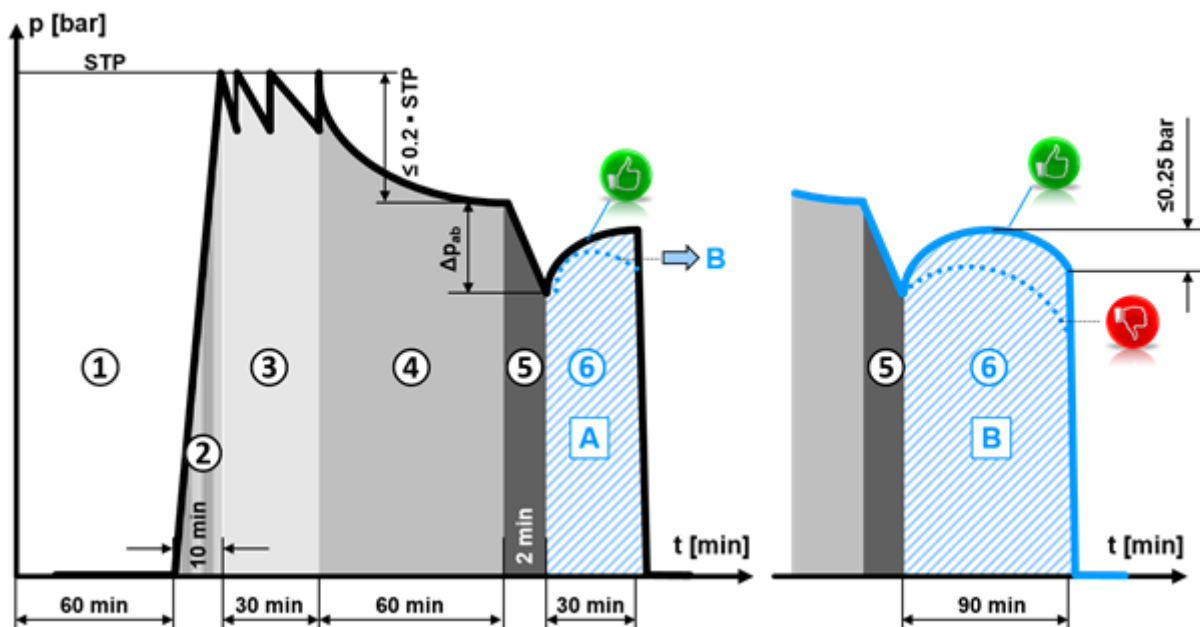
$d_n$	PE 100 SDR 17	PE 100 SDR 11
32	1,38	1,28
40	2,30	1,95
50	3,64	3,10
63	5,78	4,95
75	8,30	7,22
90	12,01	10,35
110	18,02	15,57
125	23,76	20,04
140	29,81	25,39
160	38,93	32,90
180	49,26	41,79
200	60,81	51,74
225	76,96	65,41
250	95,90	81,27
280	120,17	102,17
315	151,94	129,22
355	192,81	164,48
400	246,02	208,76
500	383,50	325,01

Condition 2:

La réduction de la pression entraîne une contraction immédiate de la conduite en PE suivie par une légère augmentation de pression et ensuite après environ 30 minutes l'arrêt de la déformation viscoélastique sous pression constante. Dans une conduite étanche, la pression, après sa rapide chute, ne doit plus baisser pendant 30 minutes, ce qui signifie que la conduite est considérée comme étanche si la courbe de pression pendant le temps de contraction augmente ou reste identique (scénario A dans la courbe de la pression).

En cas de doute, la durée du test est prolongée jusqu'à 1,5 heure (scénario B dans la courbe de la pression). Par rapport à la valeur maximale mesurée dans la phase de contraction de 90 minutes, la chute de pression ne doit alors pas dépasser 0,25 bar.

⇒ L'essai de pression principal est achevé lorsque le test de réduction de pression (condition 1) ainsi que le test d'étanchéité (condition 2) sont réussis !

**Courbe de la pression****Essai préliminaire**  
(résistance):

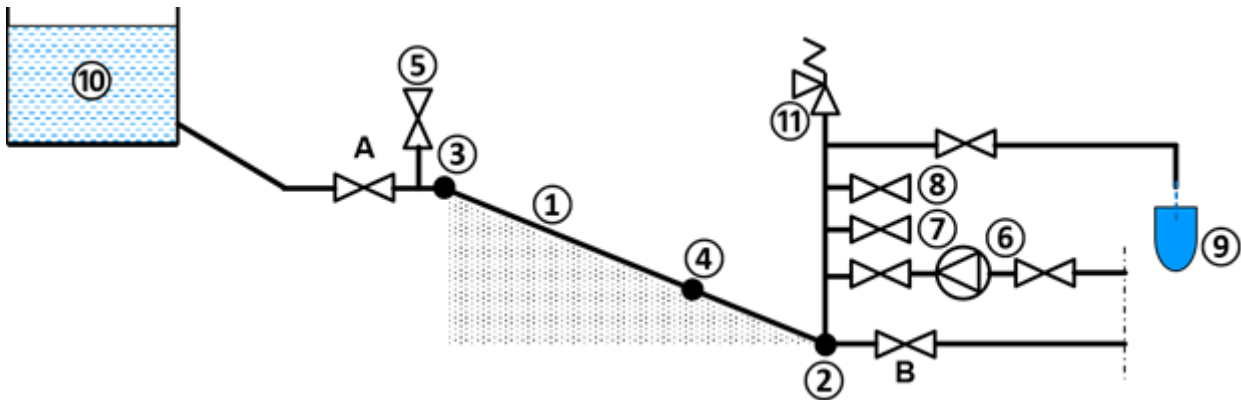
- ① Phase de préparation
- ② Mise sous pression
- ③ Phase maintien de pression
- ④ Phase de repos

**Essai principal**  
(Baisse de pression et étanchéité):

- ⑤ Baisse de pression
- ⑥ Essai principal

**Etanche****Non étanche**

## Dispositif de mesure



- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| ① Tronçon à tester A-B | ⑥ Pompe                    |
| ② Point le plus bas    | ⑦ Mesure de pression       |
| ③ Point le plus haut   | ⑧ Enregistreur de pression |
| ④ Point quelconque     | ⑨ Jauge                    |
| ⑤ Purge                | ⑩ Réservoir                |
|                        | ⑪ Soupape de sûreté I      |

## Protocole d'essai (procédé par contraction et procédé normal)

Les protocoles d'essai pour le procédé par contraction et le procédé normal peuvent être téléchargés gratuitement depuis le site Web via la *boutique en ligne* de la SSIGE [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)

Les protocoles d'essai sont des documents justificatifs importants pour l'assurance qualité des conduites avant la mise en service. Ils doivent donc être soigneusement documentés et conservés au moins 10 ans (SSIGE G2). Il est toutefois recommandé, pour les applications d'eau et de gaz, de classer ces documents traitant de la qualité dans le système GIS et de les conserver jusqu'à la mise hors service.

### 8.1.6 Procédé normal (eau)

Le procédé normal convient à tous les matériaux et tous les diamètres et offre la plus grande précision d'essai. Il consiste en un essai préliminaire, une chute de pression et un essai principal. Si, pour les conduites en PE, la pression d'essai ne peut pas être établie en l'espace de 10 minutes, la méthode normale doit être appliquée. Cela est le cas en présence de très grands volumes de remplissage d'eau et, selon les performances de la pompe, avec des diamètres nominaux  $d_n > 400$  mm ou des volumes  $V > 20$  m<sup>3</sup>.

La séquence détaillée de la procédure normale est décrite dans les directives W4 Partie 3 de la SSIGE.

### 8.1.7 Contrôle visuel (eau)

La procédure de contrôle visuel est effectuée à la pression de service (OP) sur des conduites visibles. Elle se compose de 2 inspections séparées, réalisées spécifiquement au niveau des assemblages, à 1 heure d'intervalle, avec l'établissement d'un protocole.

Ces contrôles ne peuvent être effectués que dans les cas suivants :

- Pour de courtes longueurs (< 30 m)
- Intégrations
- PE (en rouleaux) sans assemblages  $d_n \leq 63$  mm
- Après une réparation
- En agglomération, conduites provisoires lors de projets de construction, diamètre plus petit et plus petite longueur, avec un raccordement sur une vanne existante

### 8.1.8 Méthode d'essai pour le gaz

#### Méthode par mesure de la pression (gaz)

Cette méthode par mesure de la pression est utilisée pour les conduites de gaz souterraines, qui sont entièrement ou en grande partie recouvertes et ne sont ainsi pas soumises à des variations de température importantes.

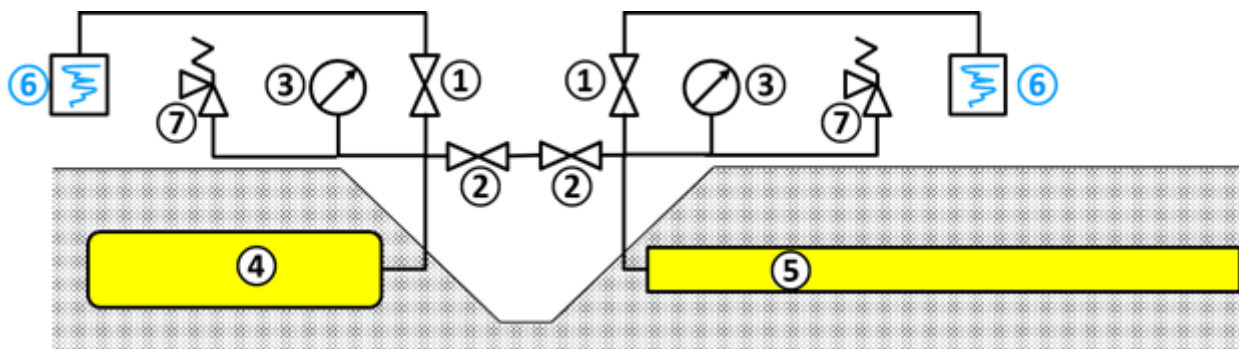
Ce procédé peut être mis en œuvre avec de l'air ou de l'eau (risque de gel).

Les valeurs d'essai (pression, durée et chute de pression admissible) se trouvent dans la directive G2 de la SSIGE.

#### Méthode par mesure de la pression différentielle (gaz)

La méthode par mesure de la pression différentielle est utilisée également sur des conduites de gaz enterrées en grande partie. Elle est souvent appliquée aux conduites à haute pression de gros volume. La procédure est basée sur une comparaison de la pression entre la conduite et le tube de référence. À la même température, le produit du volume et de pression dans la conduite doit être égal au produit du volume et de pression dans le tube de référence. Pour la détection des fuites et la réparation rapide des erreurs, la robinetterie et les assemblages à brides testés doivent rester accessibles.





- ①, ② Vanne d'arrêt (vanne à bille)
- ③ Manomètre
- ④ Tube de référence (tube d'essai min. 80l)
- ⑤ Tronçon de conduite à tester
- ⑥ Appareil de mesure SSIGE

$$\frac{V_4 \cdot p_4}{T_4} = \frac{V_5 \cdot p_5}{T_5}$$

Les valeurs de test (pression, durée et chute de pression admise) figurent dans les directives G2 de la SSIGE.

### Contrôle d'étanchéité (gaz)

Avec le gaz, les contrôles d'étanchéité ne sont utilisés que

- lorsque le procédé par mesure de la pression n'est pas possible
- lorsque tous les raccordements sont accessibles
- pour de courts tronçons de conduite ( $\leq 15\text{m}$ )
- pour les raccordements sur des conduites existantes.

Méthodes d'essai et fluides possible :

- Air ou azote : la pression ne doit pas être augmentée plus rapidement que 2 bar/ min. Après avoir atteint la pression d'essai, contrôler avec une mousse de détection (SN EN 14291)
- Gaz naturel : après le remplissage avec du gaz naturel, augmenter lentement la pression par étapes ( $\leq 2$  bar/ min.). A partir d'environ 1 bar ou au moins sous la pression de service, vérifier avec une mousse de détection ou avec un appareil de détection de gaz.
- Pas de CO2 ! Selon SSIGE G2

Vérifier tous les assemblages pour s'assurer de l'absence de fuites.

## 8.2 Nettoyage, rinçage et désinfection

Pendant la phase de construction, il faut éviter autant que possible tout dépôt d'impuretés dans la conduite afin de réduire les coûts de nettoyage, rinçage et désinfection a posteriori. A cet effet, les mesures appropriées sont les suivantes :

- Fermer de manière étanche la conduite à chaque interruption du travail
- Contrôler les tubes et, le cas échéant, les nettoyer avant la pose
- Fermer les tubes avec un bouchon de protection et ne le retirer que juste avant l'installation

Toutefois, malgré la mise en œuvre des mesures susmentionnées, de l'eau de surface, du sable ou d'autres types d'impuretés peuvent pénétrer dans le réseau de conduites. Pour un emploi conforme à l'usage prévu, la conduite doit être ensuite nettoyée et rincée.

### 8.2.1 Nettoyage, rinçage, contrôle de l'hygiène (eau)

#### 8.2.2 Nettoyage et rinçage

##### Nettoyage et rinçage

La tuyauterie doit être nettoyée avec de l'eau potable dans les zones salies (à la main ou en effectuant un raclage), si possible immédiatement après l'achèvement des travaux de construction de la conduite (avec au moins 3 à 5 fois le volume de la conduite et une vitesse d'écoulement de 1,5 à 2 m/s).



Pour les conduites de distribution, l'introduction de l'eau se fait habituellement par le réseau de distribution existant (par ex. les hydrantes) et la sortie par le réseau de canalisation (en accord avec le gestionnaire du réseau de canalisations).

Lors de la pose de petits tronçons de conduites et de petits diamètres (branchement d'immeubles) l'introduction peut se faire aussi par le réseau de distribution existant (par ex. les bornes d'incendie).

L'évacuation se fait soit par des bornes d'incendie soit par d'autres vannes de vidange. Si nécessaire, pour de courts tronçons et des petits diamètres, l'évacuation peut se faire par des points de prélèvement privés (robinets). Afin d'obtenir une vitesse de rinçage minimum de 2 m/s dans les tronçons de conduite où le diamètre est plus grand, les valeurs de référence suivantes pour le nombre minimum de points de prélèvement pouvant être ouverts peuvent être utilisées.

Les prescriptions de la SSIGE W4 fiche thématique 7 Rinçage et désinfection du réseau de conduites doivent être respectées.

En cas de vidange lente sur un terrain ouvert, il faut respecter les conditions de déversement selon l'ordonnance sur la *protection* des eaux et clarifier les points encore obscurs avec les propriétaires du terrain.

Si, lors du rinçage de la conduite, on n'atteint qu'un débit minimal, l'action de rinçage peut être améliorée en alternant rinçage/interruption ou en soufflant de l'air comprimé propre et exempt d'huile. Une durée de rinçage ne doit pas être inférieure de 15 s par mètre linéaire de conduite. La communication du personnel entre le point d'introduction et le lieu de sortie devrait être possible par radiotéléphonie.

### Contrôle de l'hygiène

Après le rinçage ou la désinfection de la conduite, il faut effectuer des prélèvements d'eau pour l'examen microbiologique. Ne mettre en service la conduite que si l'examen d'hygiène a démontré l'innocuité microbiologique.

### Désinfection

Lorsque le résultat de l'essai est négatif, il faut procéder à la désinfection du tronçon de conduite (mise en œuvre selon W1000 de la SSIGE). Dans le cas de grands diamètres, la désinfection se fait selon la procédure de durée, avec un temps d'action de la solution désinfectante de 12 à 24 heures pendant l'essai d'étanchéité, ou, dans le cas de petits diamètres, selon le procédé par écoulement qui permet de désinfecter et de rincer à la fois. Les deux procédés exigent que la concentration du produit désinfectant (hypochlorite de sodium, chlore gazeux, peroxyde d'hydrogène), la durée et la vitesse d'écoulement soient strictement respectées pour éviter d'endommager la conduite et les éléments de raccordement, tels que les joints, etc.

La désinfection des conduites PE avec du dioxyde de chlore (comme cela est d'usage pour les matériaux traditionnels des conduites) est recommandée uniquement si l'on respecte strictement la concentration, le temps d'action et la température.

La solution de désinfection utilisée doit être, dans tous les cas, neutralisée avant de pénétrer dans l'eau de surface et les conditions de déversement selon l'ordonnance sur la *protection* des eaux doivent être respectées. Il faut accorder une attention particulière à la sécurité au travail et à la protection de la santé lors de l'emploi de produits désinfectants chimiques. Après la désinfection, le rinçage de la conduite est réalisé avec un volume compris entre 3 et 5 fois le volume de la conduite.

Les prescriptions de la SSIGE W4 fiche thématique 7 Rinçage et désinfection des conduites doivent être respectées.



### 8.2.3 Nettoyage, séchage (gaz)

Les corps étrangers (sable, copeaux) présents dans la conduite doivent être éliminés et la saleté nettoyée, car la fonction des armatures sensibles (compteur à gaz, buses) peut être affectée par de petites particules. Si un essai d'étanchéité de la conduite a été réalisé avec de l'eau, la conduite doit être séchée (procéder en effectuant un raclage et ensuite souffler de l'air comprimé propre et exempt d'huile).

## 8.3 Remplissage et purge

### Eau

La conduite est à remplir depuis le point le plus bas et à purger manuellement ou automatiquement au point culminant par une vanne du réseau.

La purge manuelle est actionnée généralement via une vanne au moyen d'une clé pour vanne. La sortie doit donc être dirigée vers le haut, puisque l'air s'accumule dans la partie supérieure du tube et peut ainsi être évacué au point le plus haut. Il faut en outre veiller à ce qu'il n'y ait aucune contamination de l'eau potable causée par la purge.

Une purge automatique reste dans le réseau de conduites et peut également être effectuée pour aérer en cas de vidange. Les purgeurs-aérateurs automatiques doivent être contrôlés régulièrement.



### Gaz

Avant de commencer les travaux, il faut disposer de l'équipement auxiliaire et de sécurité nécessaire. Avant tout raccordement au réseau de gaz, vérifiez que la conduite est fermée correctement. Les nouvelles installations doivent être raccordées au réseau de gaz avec une grande prudence et en respectant les mesures de sécurité.

Pour les gaz tels que le gaz naturel qui sont plus légers que l'air, il faut purger la conduite du point le plus haut jusqu'au point le plus bas. Pour les gaz qui sont plus lourds que l'air, il faut procéder inversement.

En procédant au remplissage du tronçon de la conduite de gaz de manière contrôlée (vitesse d'écoulement 3 à 7 m/s), le volume d'air excédentaire doit être évacué à l'air libre à l'aide d'un souffleur d'air. Le point de sortie doit se situer à 1,8 m au-dessus du niveau du sol.

A proximité des points d'évacuation, il ne doit pas y avoir de points d'inflammation non surveillés, d'installations électriques, de bâtiments ou de plantations (observer la direction du vent). La zone doit être protégée et signalisée au moyen de panneaux. Avant la mise en service, s'assurer de l'absence d'air dans le gaz.



A ce sujet, nous renvoyons aux cours spécifiques prescrits par la SSIGE/ ITIGS.

## 9 Normes et prescriptions

Les normes les plus importantes applicables à la conception, à la pose, à la technique d'assemblage et aux composants de tuyauteries sont regroupées dans un document séparé. Le document est disponible sous [Normes et prescriptions](#).

## 10 Annexes

### 10.1 Pourquoi le PE

Cette rubrique comporte des annexes s'adressant à tous les décideurs responsables du choix du matériau des conduites.

Annexe	Contenu/lien
2.1	<a href="#">PE+ Rapport technique – Durée de vie 100 ans 3R</a>
2.2	<a href="#">PE+ Rapport technique – Statistiques des dommages DVGW eau 2013-2015</a>
2.2	<a href="#">PE+ Rapport technique – Statistiques des dommages DVGW gaz 2011-2014</a>
2.6a	<a href="#">PE+ FAQ – Biofilm &amp; Qualité de l'eau potable</a>
2.6b	<a href="#">PE+ Rapport technique – GWA Biofilm &amp; Qualité de l'eau potable</a>
2.7	<a href="#">PE+ Rapport technique – Technique de pose sans fouille</a>
2.8	<a href="#">PE+ Résumé écobilan Teppfa</a>
2.8	<a href="#">PE+ Etude – EPDs Teppfa</a>
2.8	<a href="#">L'impact des matières synthétiques sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre en Europe - PlasticsEurope</a>
2.9	<a href="#">PE - Whole life costing of large diameter mains</a>

## 10.2 Bases de planification

Cette rubrique comporte des annexes s'adressant aux bureaux d'étude pour la conception de tuyauteries..

Anlage	Inhalt
3.5a	<a href="#">Bases de planification Fiche d'information - Pressions de service admissibles en fonction de la température</a>
3.6	<a href="#">Bases de planification Comparaison à l'abrasion PE-acier</a>
3.7	<a href="#">Bases de planification Fiche d'information - Dimensions Dimensionnement</a>
3.7.1a	<a href="#">Bases de planification Nomogramme – Perte de pression</a>
3.7.1b	<a href="#">Bases de planification Fiche d'information – Calcul perte de charge</a>
3.7.2	<a href="#">Bases de planification Fiche d'information - Calcul coups de bélier</a>
3.7.3	<a href="#">Bases de planification Fiche d'information – Calcul de la pression de bosselage</a>
3.8	<a href="#">Bases de planification Exemple - Soumission</a>
4.1	<a href="#">Bases de planification Rapport technique - PE100-RC</a>
4.4	<a href="#">Bases de planification Exemples - Tubes protecteurs étanches à la diffusion</a>
4.5a	<a href="#">Bases de planification Document de prise de position - Marquage CE</a>

## 10.3 Guide et directives de pose

Cette rubrique comporte des annexes s'adressant au personnel travaillant dans la tranchée.

Annexe	Contenu
3.3	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche technique - Dimensions tubes PE</a>
3.5b	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche technique - Dilatation linéaire</a>
4.5b	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Interprétation Code soudage &amp; Trace-Code</a>
5.1a	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Soudage PE conditions météorologiques défavorables</a>
5.1b	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Outils de coupe PE</a>
5.1c	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Nettoyage PE</a>
5.1.1	<a href="#">Guide et directives de pose Protocole de soudage - Soudage bout à bout</a>
5.1.2	<a href="#">Guide et directives de pose Protocole de soudage - Electro-soudage</a>
5.2.1	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Montage assemblages à brides PE</a>
6.2.1	<a href="#">Guide et directives de pose Checklist - Organisation du chantier</a>
7.3.1	<a href="#">Guide et directives de pose Checklist - Pose sans fouille</a>
7.3.2a	<a href="#">Guide et directives de pose Checklist - Projet pose sans fouille</a>
7.3.2b	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche technique - Forces de traction admissibles</a>
7.3.3	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche technique - Dimensions de la fouille lors de l'introduction du tube</a>
7.5.5	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche technique - Rayons de cintrage autorisés</a>
7.5.6	<a href="#">Guide et directives de pose Formulaire Information au propriétaire – Mise à la terre</a>
7.6	<a href="#">Guide et directives de pose Fiche d'information - Contrôles du monteur de réseaux</a>
8.1.5	<a href="#">Guide et directives de pose Protocole - Essai de pression</a>

# 11 Impressum

## 11.1 Editeur

La présente brochure «Guide de pose de conduites pression enterrées en PE dans la distribution de gaz et d'eau» a été publiée en 2017 par l'Association tubes et raccords en matières plastiques VKR et est actualisée au gré des besoins.

3e édition, octobre 2022

Association tubes et raccords  
en matière synthétique (VKR)  
c/o Swiss Plastics  
Schachenallee 29C  
CH-5000 Aarau  
[www.vkr.ch](http://www.vkr.ch)



Vos contacts :

**Directeur**

Michael Gressmann  
Tél.: +41(0)62/834 00 68  
michael.gressmann@vkr.ch

**Secrétariat**

Pamela Filoni  
Tél.: +41(0)62/834 00 69  
pamela.filoni@vkr.ch



## 11.1.1 Groupe de travail

L'élaboration du contenu, les contributions rédactionnelles et la conception graphique de ce guide ont été réalisées avec la participation des entreprises membres du VKR suivantes :

### 11.1.1.1 Edition allemande - Version originale

**Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG**, 8201 Schaffhausen  
Christian Sägesser

[www.gfps.com/ch](http://www.gfps.com/ch)

**HakaGerodur AG**, 8717 Benken  
Mirko Possamai

[www.hakagerodur.ch](http://www.hakagerodur.ch)

**Hawle Armaturen AG**, 8370 Simnach  
Göpf Triet

[www.hawle.ch](http://www.hawle.ch)

**Jansen AG**, 9463 Oberriet  
Alfred Wettstein

[www.jansen.com](http://www.jansen.com)

**Localnet AG**, 3401 Burgdorf  
Reto Kohler

[www.localnet.ch](http://www.localnet.ch)

**Simona AG**, 4313 Möhlin  
Michel Schwarb

[www.simona.de](http://www.simona.de)

### 11.1.1.2 Traduction française

**Georg Fischer Systèmes de Tuyauteries SA**, 1020 Renens  
Eric Gubser

[www.gfps.com/ch](http://www.gfps.com/ch)

**Georg Fischer Systèmes de Tuyauteries SA**, 1020 Renens  
Julien Debétaz

[www.gfps.com/ch](http://www.gfps.com/ch)

**HakaGerodur AG**, 8717 Benken  
Yann Pugin

[www.hakagerodur.ch](http://www.hakagerodur.ch)

**Stalder Extrusion SA**, 1312 Eclépens  
Alain Stalder

[www.stalderextrusion.ch](http://www.stalderextrusion.ch)

**Gabriella Chianese**, 6949 Comano





