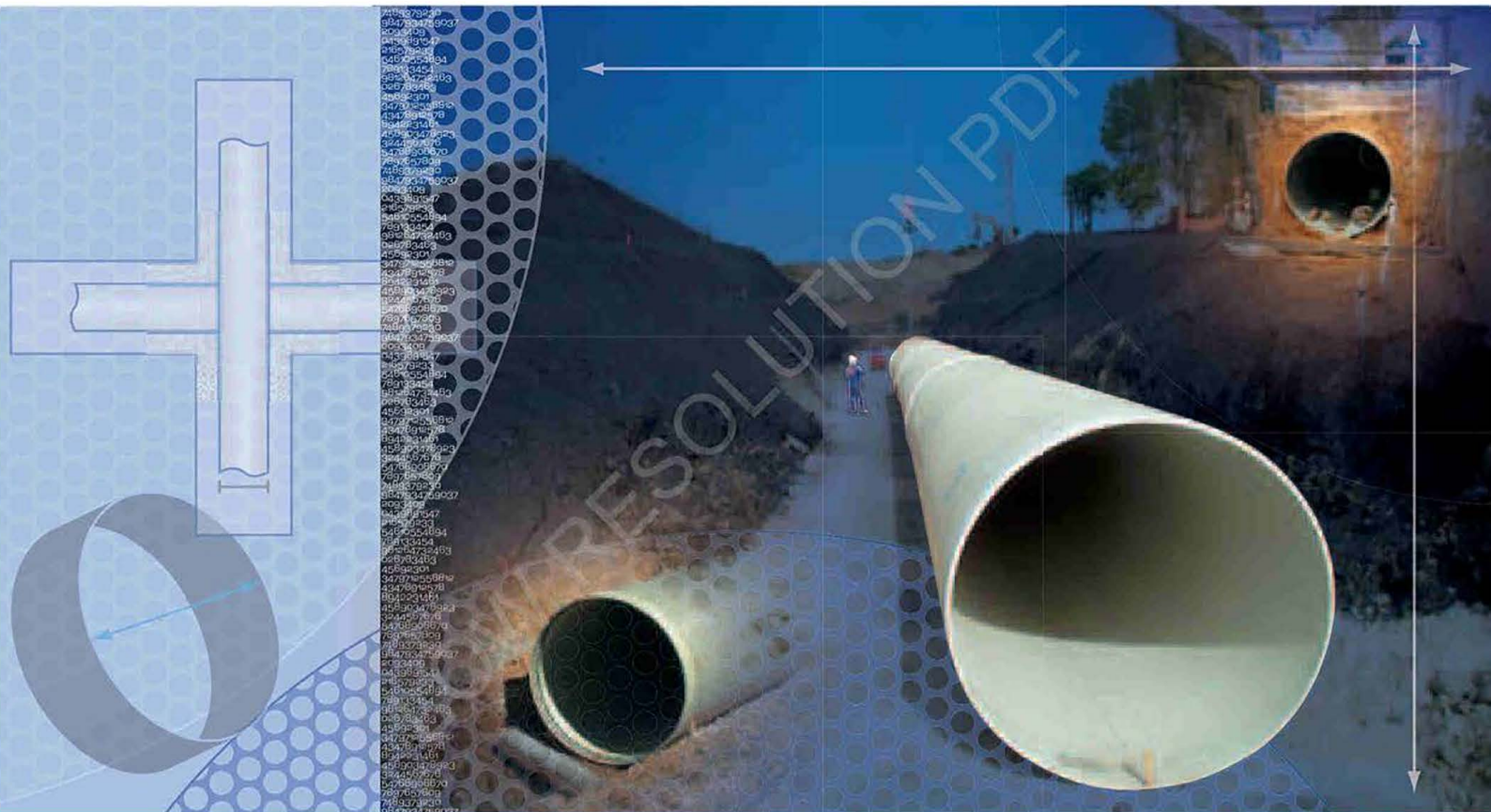




TUYAUX PRV FLOWTITE

Guide d'Installation des tuyaux enterrés – AWWA



1 Informations préliminaires 4

1.1 Introduction	4
1.2 Système de canalisations enterrées	4
1.3 Assistance technique	5
1.4 Sécurité	5

2 Transport, manutention et stockage 6

2.1 Inspection	6
2.2 Réparation	6
2.3 Déchargement et manipulation	6
2.4 Stockage sur site	7
2.5 Stockage des Joints et raccords	7
2.6 Transport	8
2.7 Manipulation des tubes emboîtés	8

3 Procédure d'installation des canalisations 9

3.1 Tranchée standard	9
3.2 Lit de pose des canalisations	9
3.3 Matériaux de Remblaiement	10
3.4 Types d'installation	10
3.5 Remblaiement	11
3.6 Compactage	12
3.7 Tassement	12

4 Raccords des canalisations 13

4.1 Manchon FLOWTITE	13
4.2 Le verrouillage	15
4.3 Le joint	15
4.4 Joint rapide	16
4.5 Autres méthodes de montage	17

5 Contrainte d'enfouissement, encastrement et raccord a des structures rigides 18

5.1 Encastrement dans une dalle	19
5.2 Connexion à une structure rigide	20
5.3 Emboîtement (tunnel)	22

6 Ajustement 24

6.1 Sur la longueur	24
6.2 Raccords FLOWTITE	24
6.3 Autres raccords	25

7	Autres procédures d'installation et précautions	26	07
7.1	Plusieurs tubes dans une tranchée	26	
7.2	Croisements	26	
7.3	Instabilité du sol	26	
7.4	Sol inondable	27	
7.5	Utilisation de support de tranchée	27	
7.6	Sol en roche	27	
7.7	Elargissement de la tranchée	28	
7.8	Installation dans une pente (parallèle)	28	
8	Vannes et ventouses	29	08
8.1	Fixation de vannes dans l'axe	29	
8.2	Trappes de prise d'air et d'aspiration	32	
8.3	Trappes de visite	33	
9	Fin d'installation	34	09
9.1	Vérification	34	
9.2	Correction de l'inclinaison	34	
9.3	Vérification des infiltrations	35	
9.4	Vérification des joints	36	
9.5	Vérification par pression d'air	36	
10	Autres installations	37	10
10.1	Tranchée large	37	
10.2	Remplissage avec du béton	37	
	Annexes	39	app.
A	Dessins d'installation	37	
B	Tables d'installation	37	
C	Classifications et propriétés des sols	37	
D	Classifications et propriétés des matériaux de remblaiement	37	
E	Tests des sols pour aider à la classification	37	
F	Compression du remblai	37	
G	Définitions et terminologie	37	
H	Indications de poids pour les tubes et vannes	37	
I	Requêtes pour la lubrification des joints	37	
J	Nettoyage des tubes FLOWTITE	37	

1 Informations préliminaires

1.1 Introduction

Cette documentation est une partie de la documentation générale de FLOWTITE pour les utilisateurs des produits FLOWTITE. Elle doit être utilisée en corrélation avec le Guide des Produits FLOWTITE et est destinée à assister les installateurs dans leur compréhension des contraintes et procédures pour le succès de la manipulation et de la pose des canalisations FLOWTITE. Les annexes doivent être une source appréciable d'information pour les techniciens. Ce document décrit les situations habituelles rencontrées sur les chantiers ; les situations spécifiques qui requièrent des informations complémentaires, ne sont pas décrites et doivent être résolues en coopération avec le fournisseur.

Les autres types d'installations telles que sans tranchée, immergées ou suspendues, ne sont pas décrits dans ce manuel. Veuillez consulter le fournisseur pour connaître les modes opératoires et les contraintes de ces cas.

De manière plus large, ce manuel d'installation ne doit pas remplacer le bon sens, une bonne étude technique, un bon jugement, les lois applicables à la sécurité et à l'environnement, les autres règles ou ordonnances locales, pas plus que les spécifications du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre qui sont les dernières autorités sur le chantier. Si cette brochure insinue un doute ou une source d'information contradictoire sur le bon mode opératoire veuillez consulter le fournisseur ou l'ingénieur du donneur d'ordre pour obtenir de l'assistance.

La procédure d'installation résumée dans ce guide est le conseil d'un technicien de chantier qui, si il est respecté, aidera la réalisation d'une installation conforme et pérenne. Veuillez consulter le fabricant sur toute question ou toute modification qui serait envisagée par rapport au guide.

I Note: Ces instructions d'installation sont basées sur la note d'étude de structures AWWA M 45, mais sont aussi valides pour ATV 127. Le texte principal correspond à la norme AWWA, alors que les annexes contiennent des informations spécifiques aux normes ATV ou AWWA.

Ces règles sont également en accord avec les normes applicables au marché français.

1.2 Système de canalisations enterrées

Les mouvements du sol combinés à la résistance et la flexibilité des canalisations FLOWTITE offre un potentiel unique d'interaction entre la structure et l'environnement qui permet d'obtenir le maximum de performances. Le renforcement de fibre de verre est placé judicieusement pour apporter rigidité et flexibilité, alors que la forme de la tranchée, associée à la sélection, l'organisation et la compression du remblai, assure l'intégrité du système.

Globalement il y a deux facteurs qui influent sur le système :

- 1** Des contraintes externes qui proviennent de surcharges du poids de surface et/ou des charges roulantes qui créent des contraintes sur la structure du tube.
- 2** Des pressions internes et des contraintes circulaires non équilibrées qui entraînent des déformations axiales.

La flexibilité des tubes FLOWTITE associée au comportement naturel du sol permet une combinaison idéale pour transférer les contraintes des charges verticales vers le sol. Contrairement aux canalisations rigides, qui pourraient se rompre sous des pressions verticales excessives, la flexibilité et la résistance des tuyaux PRV permet de se déformer et de transmettre leur contrainte au sol qui les entoure. La déformation du tube permet de mesurer les tensions créées et d'assurer une bonne qualité d'installation. La pression circulaire est contenue en plaçant dans la structure des renforts continus en fibre de verre placés circonférentiellement. Le renforcement est défini par le niveau de pression interne.

Le blocage axial des tubes est assuré, dans la majorité des cas, par des massifs de butée en béton qui transfèrent les contraintes directement au sol. Le tube standard FLOWTITE n'est plus alors contraint sur son axe. Le renforcement dans le sens axial est limité aux efforts secondaires. En conséquence de quoi, les manchons ne nécessitent plus de transférer les charges axiales mais autorisent les mouvements dus aux variations de températures et à l'effet du coefficient de Poisson.

Dans certains cas, les massifs ne sont pas souhaitables à cause de leur poids, du manque de place ou pour d'autres raisons. Dans ces cas, un renforcement axial adapté est placé dans les parois du tube parallèlement à l'axe du tube pour supporter les contraintes directes. Les manchons, pour ce type de construction, sont définis pour transmettre la contrainte totale, la pression étant alors transmise au sol environnant par pression et friction.

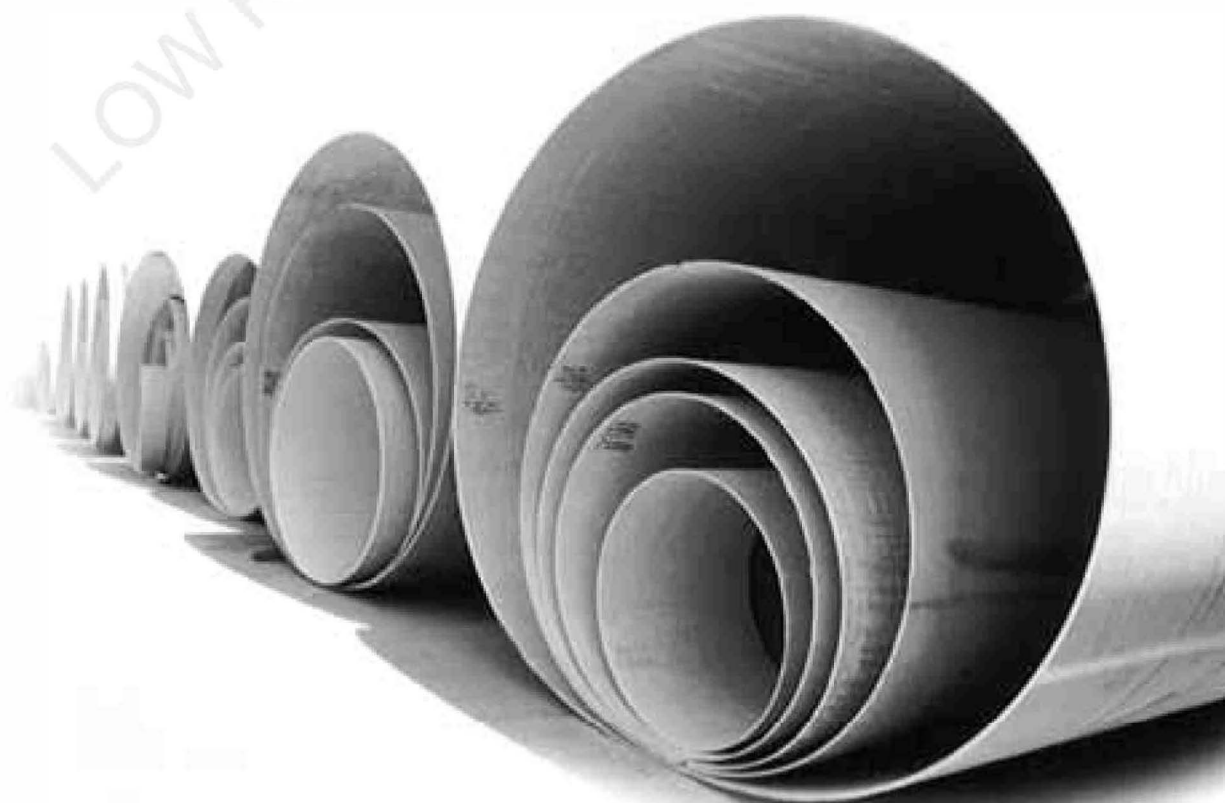
1.3 Assistance technique

Le fabricant peut, à la demande du client et dans les termes de l'accord entre eux, fournir l'aide d'un assistant technique. Celui-ci peut conseiller le client et/ou l'installateur pour l'aider à réussir son installation. Il est recommandé que l'assistant participe à l'étude et la suive périodiquement tout au long de la réalisation du projet. Ce service peut être continu (temps plein) ou intermittent selon l'accord entre le fabricant et le client.

1.4 Sécurité

Les tubes polyester avec renfort de fibre de verre (PRV), comme tous les tubes fabriqués avec des dérivés de pétrole, peuvent brûler et sont donc déconseillés pour tout usage qui les expose à des chaleurs intenses ou à des flammes. Durant l'installation, une grande attention doit être mise en œuvre pour éviter que la canalisation ne soit exposée à des soudures, des torches de découpe ou toute source de chaleur/flammes/électricité qui pourraient endommager la matière du tuyau. Cette précaution est importante quand on travaille avec des produits chimiques volatiles lors de la réalisation des joints, la réparation ou les modifications des canalisations sur le chantier.

Les opérations dans les tranchées sont faites quelquefois dans des conditions aléatoires. Quand c'est nécessaire, étayez, bâchez, consolidez ou renforcez les bords de la tranchée pour protéger les personnels opérants dans la tranchée. Prenez toutes les mesures pour éviter la chute d'objet dans la tranchée ou son effondrement par le mouvement de machines aux alentours alors que la tranchée est occupée. Les matériaux extraits doivent être stockés le long de la tranchée à distance suffisante. La solidité et la hauteur de ces remblais ne doivent pas mettre en danger la stabilité de l'excavation.



2 Transport, manutention et stockage

2.1 Inspection

Toutes les canalisations doivent être inspectées dès la réception sur le chantier pour s'assurer qu'aucun dommage ne s'est produit lors du transport.

Du fait de la durée de stockage, des manipulations sur le site et toute autre cause qui pourrait atteindre la canalisation, il est même recommandé de ré-inspecter le tuyau avant sa pause.

L'inspection doit avoir lieu de la façon suivante :

- 1 Faire un contrôle du chargement. Si le chargement est propre, une inspection simple de chaque canalisation devrait suffire.
- 2 Si le chargement a glissé ou s'il apparaît des traces de choc, il est recommandé de contrôler les éventuels dommages de chaque section de canalisation. Une inspection extérieure devrait suffire. Si la taille du tube le permet, une inspection interne permet de savoir si le tube a subi des contraintes.
- 3 Vérifier le nombre de chaque élément conformément au bon de chargement.
- 4 Noter sur les bons de chargement tout dommage ou manque et demander au transporteur de signer votre copie du bon. Les réclamations inhérentes au transporteur doivent être en rapport avec les instructions données.
- 5 Si une imperfection ou un dommage est constaté, isolez le tube concerné et contactez le fournisseur.

N'utilisez en aucun cas le tube endommagé.

2.2 Réparation

Normalement, les tubes peuvent être réparés sur place par une personne qualifiée. En cas de doute sur la qualité du tuyau, ne l'utilisez pas.

Le fournisseur peut vous aider à déterminer si une réparation est requise et si celle-ci est réalisable sur site. Les modalités de réparation peuvent varier considérablement en fonction de l'épaisseur, la composition, l'utilisation du tuyau, la nature et l'étendue du dommage. En conséquence, n'essayez pas de réparer un tube sans en avoir averti en premier le fournisseur. La réparation doit être faite par un technicien agréé. Une canalisation mal réparée n'aura pas le comportement attendu.

2.3 Déchargement et manipulation

Le déchargement est fait sous la responsabilité du client. Contrôlez l'opération durant tout le déchargement. Des élingues accrochées aux tuyaux permettent un contrôle plus aisé lors du déchargement. Des barres de maintien peuvent être utilisées si plusieurs points de suspension sont nécessaires. Ne pas laisser tomber, choquer ou rebondir la canalisation, surtout aux extrémités.

• Tube unique

Lorsqu'on manipule un tube simple, utilisez des cordes ou des sangles souples. Il ne faut pas utiliser de chaînes ou de câbles métalliques. Les sections peuvent être soulevées en un seul point. (*figure 2-1*) bien que le levage par deux points placés comme sur la *figure 2-2* soit la méthode préférée, car elle permet un meilleur contrôle du tube. Ne soulevez pas le tube en utilisant un crochet aux extrémités ou en passant une corde, une chaîne ou un câble à l'intérieur du tube. Consultez l'annexe A pour connaître les estimations de poids des tubes et raccords.

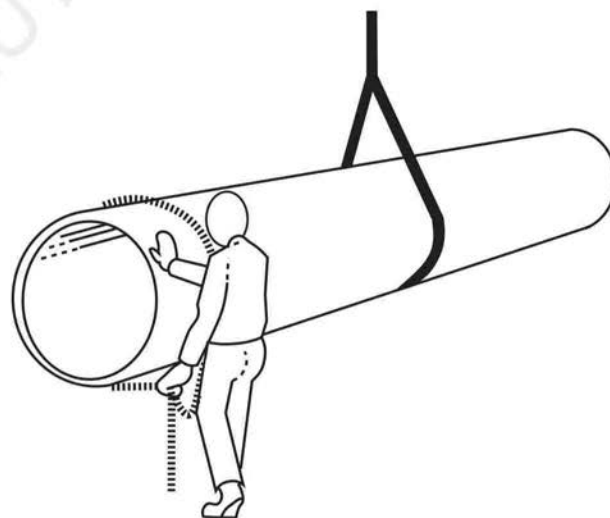


Figure 2-1 Manutention du tuyau en un point

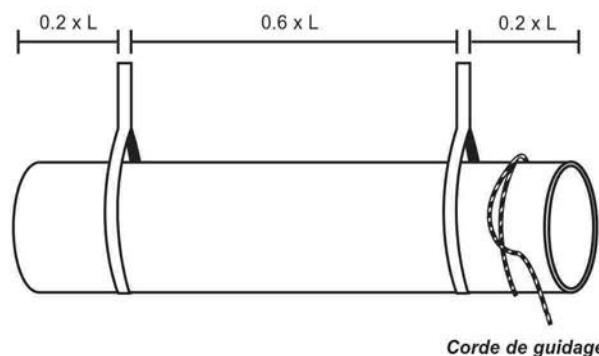


Figure 2-2 Manutention du tuyau en deux points

• Fardeaux de tuyaux

Les lots de tubes assemblés dans un pack peuvent être déchargés en utilisant une paire de sangles comme décrit dans la **figure 2-3**. Ne soulevez pas plusieurs fardeaux ensembles qui ne sont pas solidaires. Chaque fardeau doit être manipulé et déchargé individuellement.

Durant la manipulation ou l'installation, si un dommage comme un accroc ou une fêlure survient, le tuyau doit être réparé avant toute installation.

Contactez le fournisseur pour le contrôle des dommages et pour proposer une réparation. Voir la section 2.2 ➔.

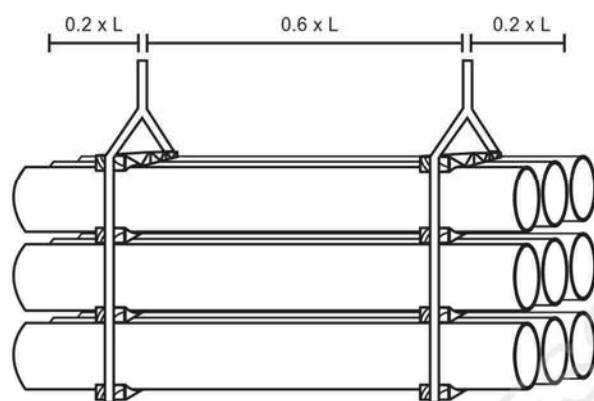


Figure 2-3 Manutention de fardeaux

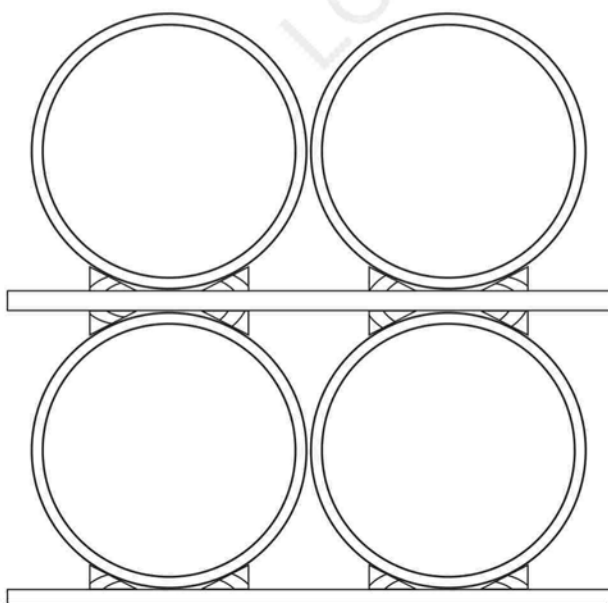


Figure 2-4 Stockage des tuyaux

2.4 Stockage sur site

Il est plus efficace de stocker les tubes sur des tasseaux pour faciliter le positionnement et le retrait des sangles.

Si vous stockez les tubes directement sur le sol, assurer vous que celui-ci soit plat et sans débris pour ne pas endommager les tubes. Placer les tubes sur des monticules réalisés en remblais est une bonne méthode de stockage. Tous les tuyaux doivent être callés pour éviter leur chute par grand vent.

Il est nécessaire de caler les tubes, la meilleure solution étant l'utilisation de madriers (d'un minimum de 75mm) aux quatre coins avec des calles (**comme montré figure 2-4**). Si c'est possible, utiliser les matériaux de conditionnement de la livraison.

Assurer vous de la stabilité en toutes conditions, comme les grands vents, les dévers ou d'autres chargements accolés. En cas de vent annoncé, prévoyez d'étayer ou d'attacher les tuyaux. La hauteur maximale de stockage est d'environ 3 mètres.

Des bosses, les terrains trop plats sur la section et des torsions des tubes au-delà des limites seront des causes de leur détérioration.

2.5 Stockage des Joints et raccords

Les manchons, lorsqu'ils ont été livrés séparément des tuyaux, doivent être stockés sur le site dans leurs emballages originaux et ne doivent pas être exposés aux rayons du soleil, sauf au moment de la pause. De même, les raccords ne doivent pas être mis en contact avec des huiles ou des graisses qui sont des dérivés pétroliers, de même que des solvants et autres substances proches.

Le lubrifiant pour manchon doit être stocké avec précaution pour éviter d'être dégradé. Les seaux entamés doivent être refermés soigneusement pour préserver le lubrifiant. Si les températures descendent en dessous de 5°C, il faut prévoir de les abriter jusqu'à leur usage.

2.6 Transports

Soutenir tous les tubes sur des liteaux, séparés au maximum de 4 mètres (3 mètres pour les diamètres inférieurs à DN 250) avec un porte à faux maximum de 2 mètres. Les tubes seront callés pour les maintenir séparés et stables. Évitez les frottements.

La hauteur maximum d'empilage doit être approximativement de 2,50 mètres. Accrochez les tubes à l'engin en utilisant des sangles ou des cordes (**figure 2-5**). N'utilisez jamais de chaînes ou de câbles sans protection adéquate pour éviter les frottements. Toute pose sur des renflements, surfaces plates sur la section ou toute torsion du tube est interdite. Les transports autres que dans les cas prescrits risquent d'endommager les tubes.

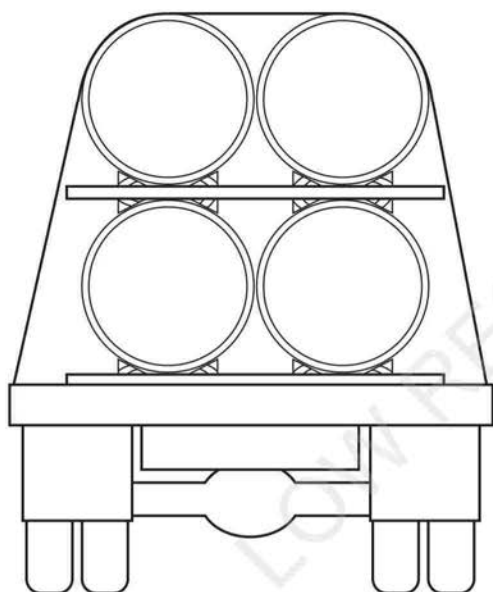


Figure 2-5 Transport des tuyaux

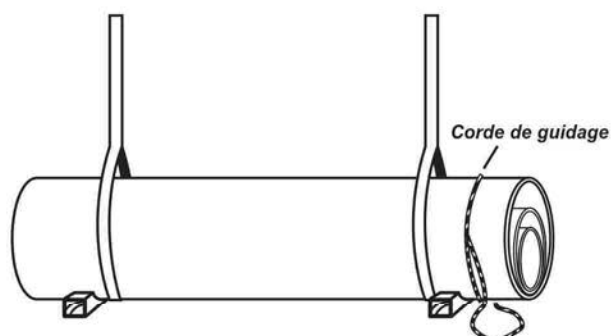


Figure 2-6 Support en deux points pour tuyaux télescopés

2.7 Manipulation des tubes emboîtés

Les tubes peuvent être emboîtés (les tubes de plus petits diamètres sont insérés dans les tubes plus larges). Ces tubes, d'une manière générale, ont des emballages spécifiques et requièrent des méthodes particulières pour le déchargement, la manipulation, le stockage et le transport. Toutefois, on peut suivre la procédure suivante :

- 1 Toujours soulever les chargements emboîtés avec au moins deux sangles (**figure 2-6**). Les tolérances, si elles existent, pour espacer les points de levages et leur positionnement seront indiquées pour chaque envoi. S'assurer que les élingues ont une capacité de résistance suffisante. Les éléments de calcul du poids pour chaque tube sont donnés dans l'annexe H.
- 2 Les canalisations emboîtées sont mieux stockées dans leurs emballages de transport. L'empilage de ces conditionnements n'est pas permis sauf avis contraire.
- 3 Les packs de plusieurs tubes sont transportés en toute sécurité dans leurs emballages d'origine. Les précautions pour les supports, arrangements et accrochage sur l'engin seront indiquées à chaque chargement.
- 4 Le déchargement et la séparation des tubes se feront de façon plus efficace sur un site spécifique. Les tubes intérieurs, en commençant par le plus petit, seront désassemblés en introduisant un embout capitonné pour soulever la canalisation et la sortir sans endommager les autres tubes (**figure 2-7**). Quand le poids, la longueur ou le matériel de manutention ne permet pas cette méthode, une autre procédure sera indiquée dans chaque cas.

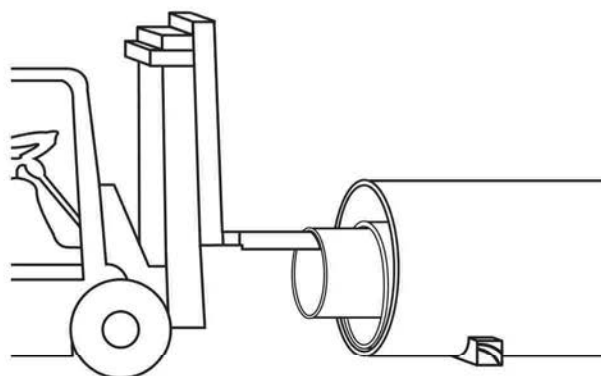


Figure 2-7 De-télescopage à l'aide d'un chariot élévateur

3 Procédure d'installation des canalisations

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

app.

Le type d'installation pour les canalisations FLOWTITE dépend des spécifications des tuyaux, la profondeur, la taille de la tranchée, les caractéristiques du sol, les charges superficielles et la qualité des matériaux de remblai.

Le fond de la tranchée doit être un support propre pour la canalisation. La procédure suivante est destinée à assister l'installateur pour réaliser une pose correcte.

La méthode de calcul la plus fréquemment utilisée est la méthode ATV 127. Nous indiquons à la suite une corrélation entre nos instructions et la méthode ATV 127 selon les groupes G1 à G4

SC1 correspond au meilleur des sols classifiés G1.

SC2 correspond au meilleur des sols classifiés G2 et au sol normal G1.

SC3 correspond au meilleur de G3 et au plus mauvais G2.

SC4 correspond au meilleur de G4 et au plus mauvais G3.

3.1 Tranchée standard

La figure 3-1 montre les dimensions classiques d'une tranchée. L'espace A doit toujours être suffisamment large pour permettre un apport correct de remblai dans la zone de calage du tube ainsi que l'utilisation des engins de remblais sans endommager le tube. En standard, cette zone doit être de 0,4 DN, sauf pour les très petits diamètres.

Pour des diamètres plus larges, une plus petite valeur de A n'est adéquate qu'en fonction du sol, des matériaux de remblai et de la technique de compactage. Par exemple pour les sols des catégories 1,2 et 3 avec des remblais de type SC1 et SC2 qui nécessitent des pressions de tassement plus faibles, une tranchée plus étroite est possible.

Note: En cas de rochers, sols durs, mous, lâche, instable ou expansif sur le fond de la tranchée, il est nécessaire d'accroître l'épaisseur du lit de pose du tuyau pour avoir un support uniforme longitudinal.

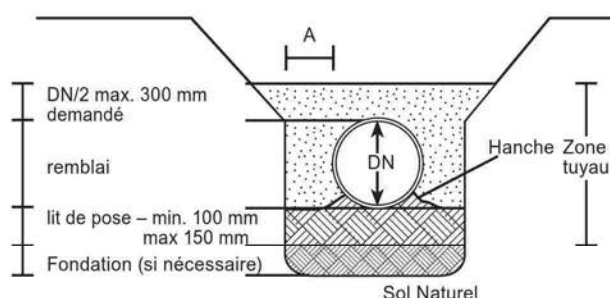


Figure 3-1 Nomenclature pour le remblaiement des tuyaux

3.2 Lit de pose du tuyau

Le logement doit être placé sur une tranchée ferme et stable. Le lit de finition doit fournir un support ferme, stable et uniforme pour le tube et les renflements aux manchons.

Assurez vous de 100 à 150 mm pour le logement et 75mm en dessous des raccordements. Pour les sols instables, une fondation supplémentaire peut être nécessaire pour assurer un support au logement. Voir la section 7.3 ➡.

Le remblai du logement peut être apporté pour assurer une finesse et un support homogène. Les matériaux sont nécessairement classifiés SC1 ou SC2. Pour savoir si les matériaux extraits de la tranchée sont corrects pour le logement, il faut s'assurer qu'ils remplissent les qualités requises tout au long du chantier. Cette vérification doit être faite tout au long du chantier car la nature des sols peut changer même soudainement sur la longueur de la canalisation.

Le lit doit être surchargé pour s'assurer que le tuyau aura un support continu sans manquement aux abords des joints. La zone de jointement doit être remplie et remblayée correctement après que le raccord ait été fait. Etudiez les figures 3-2 et 3-3 pour décrire les supports corrects et incorrects.

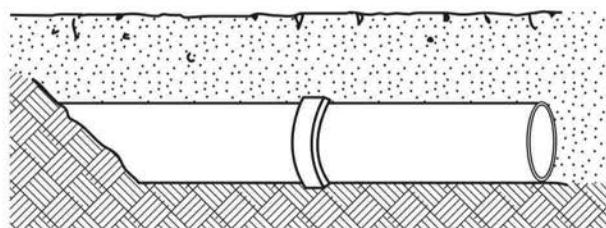


Figure 3-2 Lit de pose correct

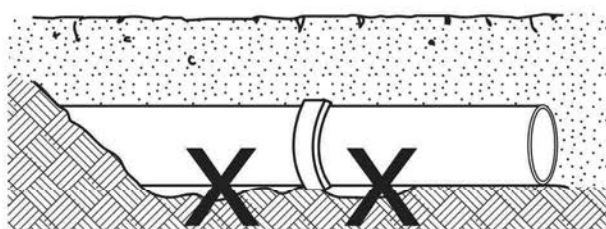


Figure 3-3 Lit de pose incorrect

3.3 Matériaux de remblaiement

Le **tableau 3-1** regroupe les matériaux de remplissage en catégories. SC1 et SC2 sont les plus faciles à utiliser et demandent le moins d'effort pour atteindre le niveau de compactage demandé.

Quelle que soit la classification et quelle que soit l'origine du remblai, issu de la tranchée ou apporté, les restrictions suivantes s'appliquent :

- 1 La taille maximum des particules du **tableau 3-2** est impérative.
- 2 Aucun amalgame de plus de deux fois le **tableau 3-2**.
- 3 Pas de matériaux gelé.
- 4 Pas de matériaux d'origine organique.
- 5 Pas de détritux (tuiles, bouteille, métaux, etc...)

Class-ification	Description
SC1	Concassé avec moins de 15% sable, un maximum de 25% de granulats dépassant les 10mm et moins de 5% de graviers.
SC2	Sables grossiers ayant moins de 12% de graviers.
SC3	Sables grossiers ayant entre 12% et 70% de graviers.
SC4	Sables ayant plus de 70% de graviers.
(voir l'annexe D pour plus d'information et l'annexe G pour les définitions)	

Tableau 3-1 Matériaux de remblais

Granulométrie maximum du remblai autour de la zone du tube (jusqu'à 300 mm au dessus de la génératrice supérieure)

DN	Taille Maximum (mm)
≤ 450	13
500 - 600	19
700 - 900	25
1000 - 1200	32
≥ 1300	40

Tableau 3-2 Granulométrie maximum

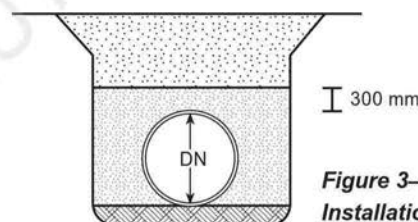
Le remblai au dessus du tube peut être fait avec les matériaux de l'excavation sous réserve que ce remblai ne soit pas constitué de particules de plus de 300 mm dans la zone de proximité de 300 mm autour du tube. Toutes les pierres d'un diamètre supérieur à 200mm ne doivent pas être jetées dans le remblai d'une hauteur supérieur à 2 mètres dans la zone des 300mm autour du tube.

3.4 Types d'installation

Deux remblais standards sont recommandés (**figure 3-4 et figure 3-5**). Le choix dépend de la nature du sol, des matériaux de remblai, de la profondeur requise, des charges de surface, des dimensions du tube et des conditions de mise en place de la canalisation. Le type 2, configuration partagée, est plus souvent utilisé pour des canalisations de basse pression ($PN \leq 10$ bar), des trafics légers et des dépressions légères (en cas d'aspiration).

Installation Type 1

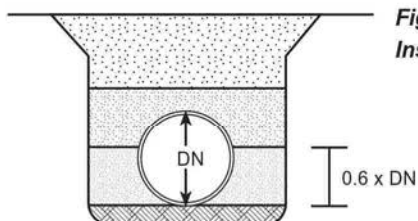
- Faire le logement sur le modèle de la section 3.2 ➡.
- Remplir autour du tuyau (jusqu'à 300mm au dessus de la génératrice supérieure) avec les matériaux de remblai appropriés compactés selon spécifications. (Annexe B ➡)
- ! **Note:** on peut éviter de compacter selon les spécifications en cas de basse pression ($PN \leq 1$ bar) et sans trafic au dessus.



**Figure 3-4
Installation Type 1**

Installation Type 2

- Faire le logement sur le modèle de la section 3.2 ➡. Mettre du remblai jusqu'à 60% du tube avec les matériaux et le compactage approprié. Remblayer jusqu'à 30cm au dessus de la génératrice supérieure du tuyau avec les matériaux de remblai et un niveau de compactage approprié.
- ! **Note:** ce type de méthode n'est pas correct pour les diamètres faibles.
- ! **Note:** ce type de méthode n'est pas correct pour les trafics à fort passage.



**Figure 3-5
Installation Type 2**

3.5 Remblaiement

Le remblai immédiat des zones de manchonnage est recommandé pour éviter deux types de désagréments : l'inondation de la tranchée et le flottement du tuyau par grosses pluies et les mouvements dus aux écarts thermiques entre le jour et la nuit. Le flottement du tuyau peut endommager le tube et causer des coûts de réparation. Les écarts thermiques peuvent endommager l'étanchéité des joints par des mouvements qui fragilisent la jonction entre les tubes.

Si des sections de tubes sont placées dans la tranchée mais non totalement remblayées, il est recommandé de remblayer autour du tuyau jusqu'à la génératrice supérieure pour éviter tout mouvement aux droits des manchons.

Le choix, la répartition et le compactage des matériaux de remblai autour des canalisations sont des facteurs influençant les déformations verticales et sont critiques pour les performances des tubes. Il faut porter la plus grande attention à ce que les matériaux ne contiennent pas de corps étrangers qui pourraient endommager le tube ou le support. Le remblai de l'épaulement du tuyau doit être fait et compacté avant de procéder au remblaiement complet de la tranchée. (voir figure 3-6 et 3-7).

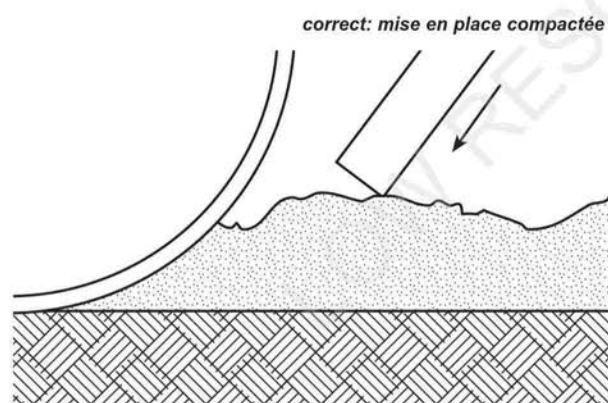


Figure 3-6 Remblaiement des hanches correct

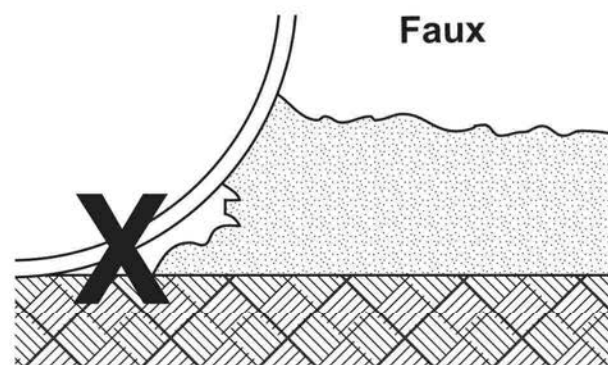


Figure 3-7 Remblaiement des hanches incorrect

L'épaisseur de la couche des matériaux de remblai doit être contrôlée aussi bien que la force de compactage de ces matériaux. Une épaisseur de 100 à 300 mm est préconisée en fonction de la qualité des matériaux et de la méthode de compactage. Si on utilise des graviers ou du concassé, une couche de 300 mm est conseillée puisque le compactage est aisé. Pour tous les autres remblais plus fins, l'épaisseur peut être adaptée à l'effort à fournir pour le compactage. Cette opération est très importante pour s'assurer que la canalisation a un support adéquat.

Les remblais de type SC1 et SC2 sont assez faciles à utiliser et très fiables. Ces remblais ont une faible sensibilité à l'humidité. Il est facile de les compacter avec un vibreur par couches de 200 à 300mm. Exceptionnellement, un tissu filtrant est posé avec du gravier pour limiter les mouvements de sol qui affaibliraient le soutien du tube. Voir l'annexe A pour ces critères.

Les remblais de Type SC3 sont aussi acceptables. Beaucoup d'éléments extraits de la tranchée correspondent à cette classification et peuvent donc être réutilisés en remblai. Il faut toutefois être vigilant car ces sols sont sensibles à l'humidité. Les propriétés des types SC3 sont dérivées des propriétés des graviers. Le contrôle d'humidité peut être requis lors du compactage pour atteindre la pression désirée en utilisant un matériel facile d'emploi. Un compacteur de 100 à 200mm de débattement est conseillé.

Le remblai de type SC4 ne peut être utilisé qu'avec les précautions suivantes :

- Le taux d'humidité doit être contrôlé durant toute l'opération.
- Ne pas l'utiliser si le sol est instable ou inondé.
- Il demande beaucoup d'énergie. Il faut analyser le résultat à atteindre et définir les taux de compactage et la résistance du sol.
- Utilisez un compacteur de débattement de 100 à 150mm comme un Whacker ou pogo stick.
- Des tests de compactage doivent être faits régulièrement pour être sûr que l'objectif soit atteint. Voir l'annexe F pour plus d'information ➡.

La compression des grains plus fins est idéale si on vérifie le taux optimal d'humidité. Lorsque l'on atteint le recouvrement du tube, tous les compactages doivent être fait du bord de la tranchée vers la canalisation.

La zone de remblai doit être remplie et compactée de telle façon que le tuyau s'ovalise dans le sens vertical tout en se limitant à 1,5% du diamètre du tube. L'ovalisation calculée

doit être rapportée à l'énergie nécessaire au compactage. La pression nécessaire pour les types de remblai SC3 et SC4 peut dépasser la limite des tolérances du tube. Si cela arrive, reconsidérez les épaisseurs de tube ou changer les matériaux de remblai, voire les deux.

Ces recommandations sont résumées dans le **tableau 3-3**.

Type de sol	Compacteur manuel par impact	Compacteur manuel par plaque vibrante	Recommandations
SC1		300 mm	Deux passages sont suffisants pour le compactage
SC2		200 - 250 mm	De deux à quatre passages en fonction de la densité requise
SC3	100 - 200 mm		La hauteur du remblai et le nombre de passages dépendent de la densité nécessaire. S'approcher au maximum du taux optimal d'humidité. Vérifiez les compressions.
SC4	100 - 150 mm		L'énergie de compactage est très importante. Vérifier le taux d'humidité optimum. Vérifier les compressions.

Tableau 3-3 Résumé des recommandations de compactage de la zone de remblai du tuyau

3.6 Compactage au dessus de la canalisation

Les installations de type 1 nécessitent 300mm de remblai au dessus de la canalisation. Les remblais de tranchée qui sont sous une zone où les charges de surfaces sont lourdes sont aussi compactés pour limiter les affaissements.

Le **tableau 3-4** résume les hauteurs minimums de remblai au dessus du tuyau avant qu'un engin de compactage puisse être utilisé au dessus du tuyau. Une attention particulière doit être apportée pour éviter les pressions trop fortes au dessus de la canalisation, ceci pour éviter la déformation ou l'écrasement du tuyau. Pourtant, les matériaux de cette zone ne doivent pas être laissés lâches et doivent être compactés à la bonne densité.

Poids des Equipements kg	Taille minimum de recouvrement des tubes (mm)	
	Tamped	Vibrated
< 50	-	-
50 - 100	250	150
100 - 200	350	200
200 - 500	450	300
500 - 1000	700	450
1000 - 2000	900	600
2000 - 4000	1200	800
4000 - 8000	1500	1000
8000 - 12000	1800	1200
12000 - 18000	2200	1500

* Il est nécessaire de démarrer avec plus d'épaisseur pour qu'un fois compactée la hauteur minimum soit respectée.

Tableau 3-4 Recouvrement minimum

3.7 Déformation du tube

La déformation du tuyau est un bon indicateur de la qualité de l'installation. La déformation verticale lors du remblaiement de la tranchée doit être inférieure à 2% dans la plupart des cas.

Une ovalisation supérieure indique que les consignes de pose n'ont pas été respectées et doivent être corrigés sur les installations des tuyaux suivants (élargir la zone de compactage, modifier la granulométrie du remblai ou élargir la tranchée, etc...)

Le **tableau 3-5** donne les tolérances maximales lors de la pose. Il est conseillé de vérifier les déformations du tube dès que le tuyau est recouvert pour mesurer tout au long de l'installation le degré de qualité de celle-ci. Voir la section 9.1 ➡.

	Déformation % du diamètre
Diamètres large (DN ≥ 300)	3.0
Petits diamètres (DN ≤ 250)	2.5

Tableau 3-5 Ovalisation initiale autorisée

4 Raccordement des canalisations

Les tubes FLOWTITE sont joints en utilisant les manchons FLOWTITE. Ceux-ci peuvent être fournis séparément ou pré-montés en usine à l'extrémité du tube. Si les manchons ne sont pas pré-montés, il est recommandé de les assembler avant leur pose dans la tranchée.

Le manchon peut être livré avec ou sans butée de centrage. Si cette butée n'est pas installée, un repère extérieur est inscrit sur le tube pour indiquer la limite d'emboîtement. D'autres systèmes peuvent aussi assurer la jonction des tubes FLOWTITE (manchons mécaniques, etc...).

4.1 Les manchons double emboîtement FLOWTITE

Les étapes suivantes (1 à 5) sont prévues pour le raccordement des manchons de FLOWTITE sous pression.

Etape 1

Le lit de pose de la tranchée doit être surchargé pour s'assurer que le support soit continu même au niveau du manchon. Celui-ci doit être bien callé et remblayé une fois que le montage est effectué.

Etape 2 Nettoyage du manchon.

Parfaitement nettoyer les joints pour s'assurer qu'aucune poussière ou huile n'est présente (**figure 4-1**).



Figure 4-1 Nettoyage du manchon

Etape 3 Positionnement du joint (cas des joints non montés).

Insérer le joint dans les gorges (habituellement de deux à quatre) du manchon.

Ne pas utiliser de lubrifiant dans les gorges ni dans le manchon à ce moment. De l'eau peut être utilisée pour aider au positionnement et à l'insertion du joint (**figure 4-2**).



Figure 4-2 Installation du joint

D'une pression uniforme, pousser chaque joint dans les gorges du manchon. Une fois le joint installé, tirer doucement vers l'extérieur pour répartir la pression du joint tout au long de la circonférence. S'assurer que le joint déborde de façon équilibrée sur toute la circonférence. Une frappe avec un maillet en caoutchouc permettra de réaliser cette opération.

Etape 4 Lubrification du joint

Ensuite, appliquez une fine couche de lubrifiant sur le joint (**figure 4-3**). Voir l'annexe I pour connaître la quantité conseillée de lubrifiant consommée par joint →.

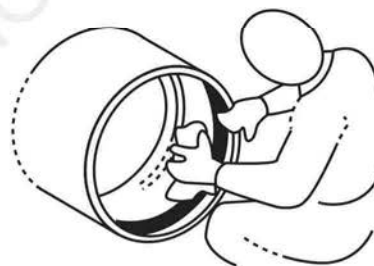


Figure 4-3 Lubrification des joints

Etape 4 Nettoyage et lubrification des embouts.

Nettoyez précautionneusement les embouts de toute poussière, graisse, etc... Contrôler la zone d'emboîtement de l'embout pour vérifier qu'il n'y ait pas d'imperfection. Appliquez une fine couche de lubrifiant depuis l'extrémité du tube vers la ligne noire d'alignement. Après l'opération, s'assurer de la parfaite propreté du manchon et de l'embout (**figure 4-4**).

! Attention: Il est impératif d'utiliser le bon lubrifiant. Le fournisseur procure suffisamment de lubrifiant pour tous les raccords. Si il vous en manque, veuillez contacter le fournisseur pour un réapprovisionnement ou pour un conseil sur le lubrifiant de remplacement. N'utilisez jamais de lubrifiant à base de dérivés pétroliers.



Figure 4-4 Nettoyage de l'extrémité

Raccordement

Si le manchon n'est pas pré monté en usine, il devra être monté sur une surface propre et sèche. La jonction se fera en positionnant un collier ou une sangle à 1 ou 2m du bout du tube à raccorder. S'assurer que le bout du tube est à au moins 100 mm de toute surface pour éviter de le salir. Poussez le manchon sur le bout du tube à la main et positionnez un madrier de 100x50 mm en travers du manchon. Prenez deux tirs forts accrochés entre le madrier et le collier sur le tube et tirez le manchon en position jusqu'à ce qu'il soit aligné sur la ligne marquée sur le tube.

Les étapes suivantes (6 à 8) décrivent le raccordement des tubes en utilisant des attaches, cordes ou tire forts. Les bouts des tubes ne doivent pas pénétrer les manchons au-delà de la ligne de référence et il faut préserver tout dommage du tube et du manchon.

Etape 6 Positionnement des tubes

Le tube avec le manchon est descendu dans la tranchée. Aux abords du manchon, la tranchée doit être élargie pour s'assurer que la canalisation a un support continu.

Etape 7 Fixation des attaches

L'attache A est fixée sur le premier tuyau ou laissée en position suite à la fixation du joint précédent. Fixez l'attache B sur le deuxième tube pour le positionner correctement (figure 4-6).

Note: la surface de contact avec l'attache doit être protégée pour éviter d'endommager le tuyau et pour favoriser l'accroche. Si les attaches ne sont pas disponibles, on peut utiliser des sangles ou des cordes comme dans la figure 4-7, mais une attention toute particulière doit être apportée sur l'alignement des tubes.

Etape 8 Joints de manchon

Les tire forts sont placés de chaque côté du tuyau et raccordés aux attaches. Le tube est alors tiré en position dans le manchon jusqu'à la ligne de référence. L'attache A est alors déplacée pour être mise sur le prochain tuyau à raccorder.

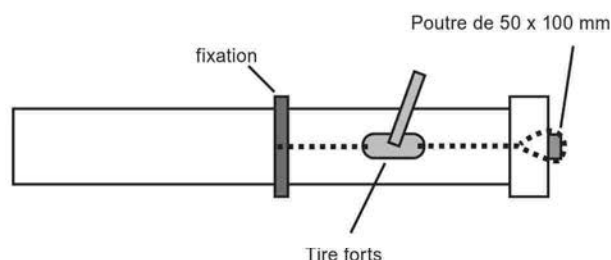


Figure 4-5 Montage du manchon sur le tuyau

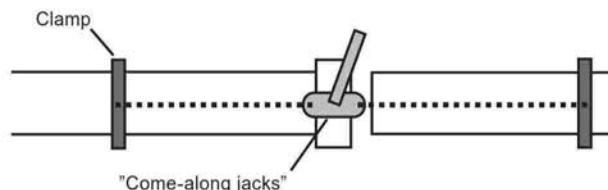


Figure 4-6 Jonction de tuyaux par tire fort

Le tube peut aussi être positionné par une pelleteuse ou avec une barre à mine (jusqu'à 300mm). Les bouts du tube doivent alors être protégés de tout dommage. La force nécessaire au montage est calculée de la façon suivante : Force en tonne = (diamètre en mm/1000)x2



Figure 4-7 Montage avec godet de la pelle ou barre à mine

Déviations angulaires des manchons FLOWTITE

La déviation maximum en service de chaque côté d'un manchon en tenant compte de la verticale et de l'horizontale ne doit pas dépasser les valeurs du tableau 4-1. Ceci peut être utilisé pour faire varier la direction graduellement. Les tuyaux doivent être raccordés en ligne et déplacés ensuite graduellement comme souhaité. Le niveau maximum de rayon de courbure sont décrits dans le tableau 4-2 (voir le tableau 4-8 pour les définitions).

Diamètre (en mm)	Pression en bars			
	jusqu'à 16	20	25	32
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
500 < DN ≤ 900	2.0	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	NA	NA	NA

Tableau 4-1 : angulation tolérée sur les manchons

Angle de déviat	Ecart maximum sur la longueur du tube mm			Rayon de courbure sur la longueur du tube (m)		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3.0	157	314	628	57	115	229
2.5	136	261	523	69	137	275
2.0	105	209	419	86	172	344
1.5	78	157	313	114	228	456
1.3	65	120	240	132	265	529
1.0	52	105	209	172	344	688
0.8	39	78	156	215	430	860
0.5	26	52	104	344	688	1376

Tableau 4-7 : Désalignement et rayon de courbure selon les longueurs

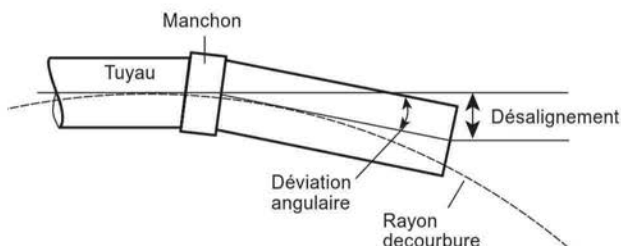


Figure 4-8 Flowtite coupling, angular joint deflection

1 Note: les tableaux ci-dessus sont donnés pour information. La distance minimale est fonction de la pression nominale et du poids du remblai. En aucun cas elle ne doit être inférieure à 3 mètres.

L'angle de déviation des manchons est stabilisé par la qualité du sol autour du tube. Une pression de travail supérieure à 1 bar doit avoir un angle minimum de 90% du standard. Des manchons qui ont une déviation verticale, et que la direction de l'effort est verticale, ceux-ci doivent être comblés avec un minimum de 1.2 m pour toute pression normale de 16 bars et plus.

Manchon assainissement FLOWTITE (FSC)

Un joint EPDM est utilisé dans le FSC, qui est déjà installé au système de raccordement et fixé à celui-ci. De ce fait, le point 4-1 - nettoyage du raccord et fixation du joint - n'est plus nécessaire. Tous les autres points sont à suivre tels que décrits au 4-1.

Désalignement du tube

La tolérance maximale de décalage entre deux tubes est de 5mm (figure 4-9). Le décalage doit être contrôlé et rattrapé aux regards, chambres de vannes et appareils similaires, ainsi qu'à la fermeture et zones de réparation.

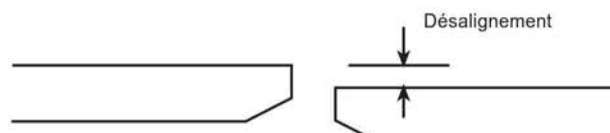


Figure 4-9 Désalignement

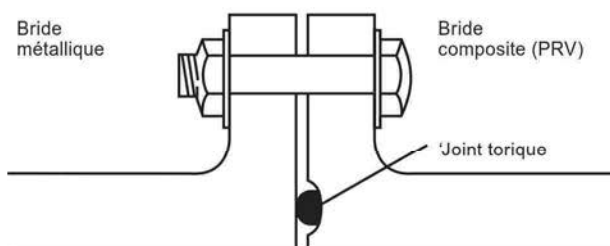


Figure 4-11 Jonction bridée

4.2 Les joints verrouillés (FBC)

Les joints verrouillés FLOWTITE sont composés d'un double joint et de joncs de verrouillage pour transférer les déformations axiales d'une section vers une autre. De chaque côté, le raccord est composé d'un joint standard avec un système de verrouillage, au travers duquel les efforts sont transmis par compression. La gorge du tuyau possède un repère.

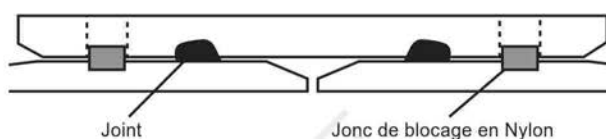


Figure 4-10 Manchon verrouillé FLOWTITE

Le joint est assemblé en utilisant le même procédé que le raccordement de tubes standard FLOWTITE, sauf qu'il n'y a pas de butée de centrage. Les étapes 1 à 6 sont à respecter. Pour l'étape 7, le tuyau est tiré en position jusqu'à ce que la gorge du tuyau soit visible dans la fenêtre du raccord. Le jonc de verrouillage est alors amenée en position avec un maillet.

4.3 Les raccords à bride

Brides fixes

Les brides PRV doivent être raccordées en utilisant la procédure suivante (figure 4-11)

- 1 Nettoyez soigneusement les faces du raccord et la gorge.
- 2 Assurez-vous que le joint est propre et sans dommage.
- 3 Positionnez le joint dans la gorge.
- 4 Alignez les brides..
- 5 Insérez les boulons, rondelles et écrous. Tout le matériels doit être propre et lubrifié pour éviter les serrages incomplets. Des rondelles doivent être utilisées sur tous les raccords à brides.
- 6 En utilisant une clé dynamométrique, serrez les boulons à 35 Nm (20 Nm pour tous les diamètres inférieurs à 250) en suivant la procédure de serrage standard.
- 7 Refaire cette procédure, en réglant le serrage à 70 Nm (35 Nm pour les petits diamètres) jusqu'à ce que les joues se touchent à leurs faces intérieures. N'allez pas plus loin. Un serrage supplémentaire risque d'endommager le raccord définitivement.
- 8 Vérifiez le serrage une heure après et resserrez à 70 Nm si nécessaire (35 Nm pour les petits diamètres)

Brides tournantes

Les tubes FLOWTITE peuvent être vendus avec des brides tournantes. Ceci permet de tourner le joint pour lui permettre de s'aligner avec la bride.

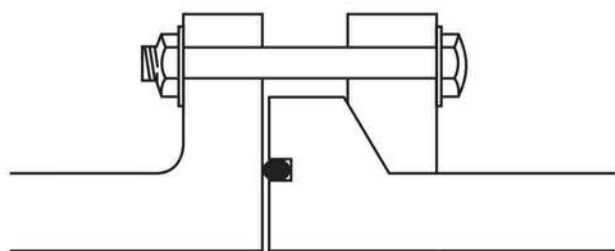


Figure 4-12 Bride tournante avec joint

Cette bride peut être fournie pour deux types de raccord :

- 1 Avec un joint qui nécessite une gorge dans la face du tube
- 2 Un joint métallique qui nécessite une surface plate comme dans la figure 4-13.

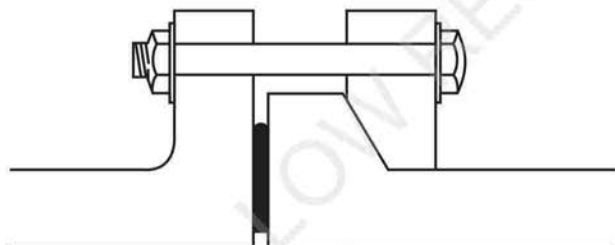


Figure 4-13 Bride tournante avec joint torique à insert métallique.

La procédure de raccordement des deux types est identique et décrite ci-après :

- 1 Nettoyez soigneusement la bride et la gorge si elle est présente.
- 2 Assurez-vous que le joint est propre et sans dommage. N'utilisez jamais de joint endommagé.
- 3 Mettre le joint sur la bride. Pour le joint torique s'assurer que le joint est enfoncé fermement dans sa gorge. Il est recommandé de consolider le positionnement en mettant de l'adhésif.
- 4 Alignez les faces à joindre

- 5 Insérez les boulons, rondelles et écrous. Tout le matériel doit être propre et lubrifié pour éviter les serrages incomplets. Il est important de bien lubrifier les rondelles du boulon jusqu'à celle de la tête de l'écrou pour éviter un serrage excessif.
- 6 Utilisez une clé dynamométrique pour le serrage suivant le tableau 4-3 en suivant la procédure de serrage standard.
- 7 Vérifiez les serrages une heure après et corrigez le serrage en conséquence.

Type de joints	PN	Serrage maximum (Nm) *
Joint torique	6	50 x diamètre du tube (en m)
Joint torique	10	100 x diamètre du tube (en m)
Joint torique	16, 20	200 x diamètre du tube (en m)
Joint torique	25	125 x diamètre du tube (en m)
Joint métallique	6	45 x diamètre du tube (en m)
Joint métallique	10	75 x diamètre du tube (en m)
Joint métallique	16, 20	90 x diamètre du tube (en m)
Joint métallique	25	135 x diamètre du tube (en m)

* selon les normes standards selon ISO 7005

Tableau 4-3 Serrage pour les joints mobiles

- ! **Note:** lors du montage de 2 brides à joint torique dont une tournante, une seule des brides doit avoir une gorge.

4.4 Lamination chimique

Ce type de raccord est constitué d'un renfort en fibres de verre avec de la résine polyester. Il nécessite une étude spéciale, des conditions de propreté et de contrôle spéciales et un personnel qualifié et entraîné. Des instructions spéciales sont fournies quand ce type de raccord est nécessaire (figure 4-14).

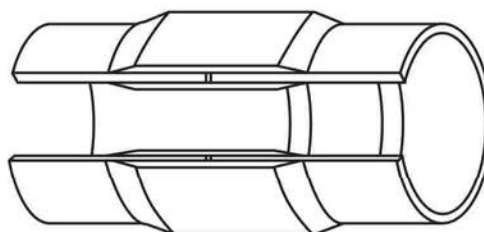


Figure 4-14 Lamination chimique

4.5 Autres types de raccords

Raccord flexible métallique

(Straub, Tee Kay, Arpol, etc voir **figure 4-15**)

En cas de raccord d'un tube FLOWTITE à d'autres matériaux avec des diamètres extérieurs différents, le raccord métallique flexible est une des méthodes conseillée.

Ce raccord est composé d'un corps métallique avec une feuille interne en élastomère pour l'étanchéité du raccord. Ceci peut être utilisé pour raccorder deux tubes FLOWTITE, par exemple pour une réparation ou pour la fermeture d'un réseau.

Trois types sont couramment utilisés :

- 1 Un corps acier enrobé
- 2 Un corps acier inoxydable
- 3 Un corps acier galvanisé

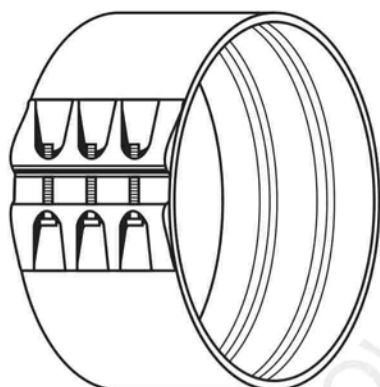


Figure 4-15 Raccord flexible métallique

Le contrôle de serrage des raccords métalliques est important. Ne serrez pas trop fort pour éviter les dommages au joint ou au tuyau. Suivre la procédure de montage du fournisseur du joint, mais respectez les normes de serrage du fournisseur du tuyau.

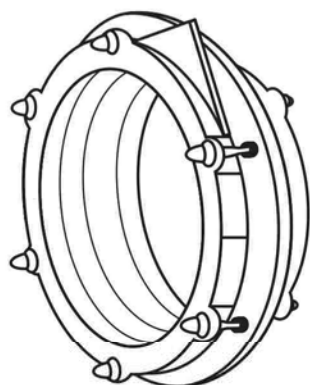


Figure 4-16 Raccord métallique à double emboîtement

Raccord mécanique en acier

(Vicking Johnson, Helden, Kamflex, etc voir **figure 4-16**)

Les raccords mécaniques sont utilisés pour joindre deux tubes de diamètres ou de matériaux différents ainsi que pour adapter un tube à une autre connexion. Il y a une infinité de possibilité de jonction, y compris des joints boulonnés, en nombres et en placements différents. Une large tolérance existe aussi dans le diamètre des matériaux connectés, ce qui se traduit par une plus grande force de serrage que nécessaire pour permettre une accroche correcte à un tube FLOWTITE.

De cette façon, nous déconseillons ce type de connexion avec les tubes FLOWTITE. S'il est nécessaire de recourir à un joint mécanique, il est alors recommandé d'installer un système à double dispositif de serrage (**figure 4-16**). Ceci permet de moins serrer le côté de raccordement au tube FLOWTITE que les préconisations du fournisseur du raccord.

Il est conseillé que le fournisseur de tube FLOWTITE soit consulté s'il est prévu de recourir à un type de joint mécanique. Soyez près à avoir une recommandation sur le type de raccord et le fournisseur à consulter. Le fournisseur de tubes pourra donc conseiller, si nécessaire, sur le type de matériels convenant aux tuyaux FLOWTITE.

Protection contre la corrosion

Quelles que soient les protections existantes sur les aciers, les raccords doivent aussi être protégés contre la corrosion. Habituellement, il est mis un film de protection de polyéthylène sur le raccord.

Adaptateurs PRV

Les raccords FLOWTITE sont conçus pour joindre d'autres matériaux de même diamètre (**tableau 6-1**) pour les applications gravitaires. Pour de hautes pressions, veuillez consulter le fournisseur.

Des adaptateurs PRV spéciaux peuvent être réalisés pour connecter des tubes PRV avec d'autres matériaux ou d'autres diamètres. Veuillez consulter le fournisseur.

5 Contrainte d'enfouissement, encastrement betonne et raccord a des structures rigides

Quand la canalisation est sous pression, des déséquilibres se manifestent aux coudes, réductions, Tés, Y et tous les changements de directions. Ces forces doivent être contenues pour éviter les déboîtements de joints. D'habitude, la solution est de recourir à des massifs béton ou par maintien direct entre le sol et le tube.

Le transfert de pression vers le sol au travers de la friction et l'enfouissement s'obtient en utilisant des joints verrouillés et des tubes spéciaux qui renvoient les contraintes axiales. Les moyens à mettre en œuvre sont prévus pour être enfouis directement. Un coefficient de friction de 0,5 peut être admis entre le tube FLOWTITE et des sols sans cohésion pour déterminer l'ancrage du tube sur sa longueur.

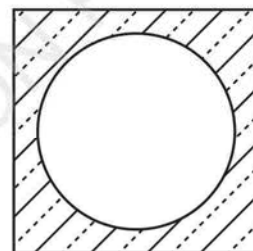
La détermination des besoins et l'étude, ainsi que les renfort métalliques des structures en béton, sont de la responsabilité du donneur d'ordre. Les installations FLOWTITE sont étudiées pour supporter leurs propres contraintes internes, alors que les structures de support doivent supporter le poids et la charge du sol. Du fait que l'étirement du tube est plus important que la tolérance du béton, les armatures métalliques doivent tenir compte de ces efforts pour éviter les risques de rupture.

Les conditions suivantes s'appliquent aussi :

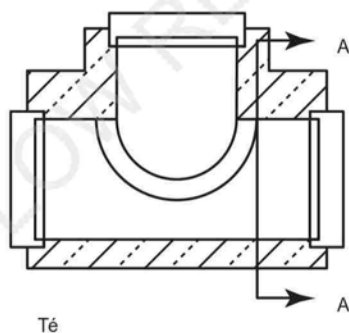
Les massifs de butée

Les massifs de butée doivent limiter les déplacements des raccords liés aux tubes pour assurer l'étanchéité du système de manchonnage. Les dérivations angulaires seront inférieures aux valeurs indiquées dans **le tableau 4-1**. Pour plus de détails sur l'installation et les systèmes, voir les clauses 5.1 et 5.2 ➡.

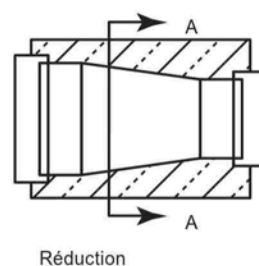
Pour toutes les pressions de travail supérieures à 10 Bars (PN>10) le massif doit entourer totalement les installations. Pour des pressions inférieures, une installation plus simple peut être fournie qui soutient partiellement le tube. Le massif doit alors être posé directement sur le sol stable originel ou dans un remblai qui doit être sélectionné et compacté pour atteindre les caractéristiques de stabilité du sol initial.



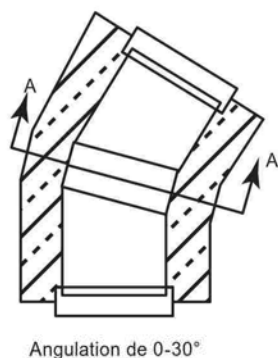
Section A-A



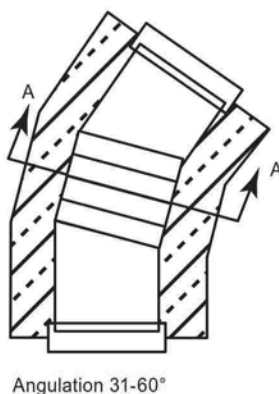
Té



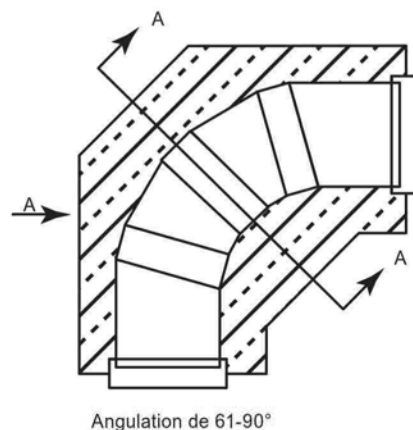
Réduction



Angulation de 0-30°



Angulation 31-60°



Angulation de 61-90°

Figures 5-1 massif béton

Des massifs en béton sont nécessaires pour les installations suivantes lorsque les pressions dépassent 1 bar (100 kPa) :

- 1 Tous les coudes, réductions, et plaques pleines.
- 2 Les Tés, quand la branche dérivée est concentrique par rapport au tuyau principal

Des Tés concentriques avec brides, plaques pleines et ventouses, qui ne génèrent pas d'écarts de pression en service, ne nécessitent pas d'encastrement, mais requièrent des branches et des raccords qui résistent à la pression.

- 1 **Note:** les massifs béton présentés sont typiques d'une installation. La forme définitive dépendra de l'étude et des contraintes du projet.

Vannes

Les vannes doivent être suffisamment scellées pour absorber les contraintes dues à la pression. Plus de détails sur les vannes et les chambres sont fournis en section 8.

Les ventouses

Les ventouses sont des connexions en T qui correspondent aux critères suivants :

- 1 Les branches de ces ventouses ont des diamètres inférieurs à 300mm
 - 2 La canalisation principale est supérieure à 3 fois le diamètre de la branche droite
- 1 **Note:** il n'est pas nécessaire d'encastrer ces pièces dans du béton.

5.1 Encastrement dans une dalle

Quand les tubes ou les installations doivent être encastrées dans du béton, comme les boîtes de dérivation, réductions, ou avoir des charges inhabituelles, des modifications spécifiques à l'installation sont nécessaires.

DN	Espace Maximum
< 200	1.5
200 – 400	2.5
500 – 600	4.0
700 – 900	5.0
≥ 1000	6.0

Tableau 5-2 Espacement maximum des sangles

Fixation du tuyau

Durant le déversement du béton, les tuyaux vides ou les installations subissent de fortes pressions vers le haut (flottaison). Le tube lié à ces pressions doit être limité. Il est habituel de sangler les tubes à la base ou de les sceller. La sangle doit être un ruban plat d'au moins 25mm de large, suffisamment solide pour supporter le soulèvement, avec un minimum de deux sangles par section de tube et un écart maximum entre les sangles comme indiqué dans **le tableau 5-2**. La sangle doit être suffisamment serrée pour maintenir fermement le tube mais ne doit pas causer de contrainte supplémentaire à la circonférence du tube (voir **figure 5-2** ➔).

Support du tuyau

Le tuyau doit être soutenu de telle façon que le béton puisse facilement couler autour et en dessous du tube. De même, le support doit subir les mêmes contraintes que le tuyau (moins de 3% de flexibilité et pas de renflement ou surface plane).

Coulage du béton

Le béton doit être coulé en plusieurs fois pour laisser suffisamment de temps pour qu'il se place et donc n'exerce pas de pressions fluctuantes sur le tuyau.

Le maximum de charge, en fonction de la fluidité du béton, est indiqué dans **le tableau 5-3**.

La charge maximale est l'épaisseur totale de béton qui peut être versée en une seule fois.

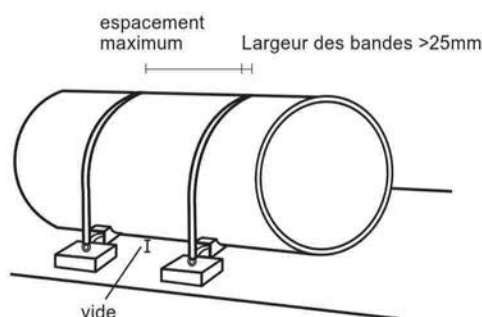


Figure 5-2 Accroche des tuyau et espacement des fixations

SN	Charge Maximum
2500	0.3 m ou DN/4
5000	0.45 m ou DN/3
10000	0.6 m ou DN/2

Tableau 5-3 Maximum de charge de béton

5.2 Connexion à une structure rigide

Les mouvements trop importants d'un type ancré à une structure rigide peuvent causer à celui-ci des contraintes extrêmes allant jusqu'à sa rupture. Ces situations se présentent soit à la traversée d'un mur (chambre de vannes ou regard de visite), soit quand il est encastré dans du béton (block béton) ou soit qu'il est juxtaposé à une pompe, une vanne ou tout autre structure fixe.

L'installateur doit prendre toutes les mesures pour diminuer les contraintes dans le tube aux abords des ancrage à des parties fixes. Toute déviation ou décalage aux manchons ainsi qu'aux boîtes de raccordement doit être évité à l'installation.

Deux possibilités sont offertes. Celle préférée est d'encastrer dans le béton un manchon de scellement. La seconde correspond à entourer le tuyau d'un ruban pour lui permettre de bouger sans contraintes.

Standard

Quand c'est possible, coulez un manchon court dans le béton à l'interface béton/tuyau (**figure 5-4**) de façon à ce que le tube ai toute liberté pour bouger (dans la limite du raccord). Pour des pressions supérieures à 16 bars, cette méthode doit être préférée, de même que la longueur de la section courte respecte le maximum indiqué sur **la figure 5-5**.

! Attention: Bien faire attention au moment du coulage du béton de contrôler l'ovalisation du manchon. A défaut, faire le raccordement du tuyau avant de couler le béton.

1 Attention: Tant que le scellement du raccord n'est pas rigide, il est très important de réduire l'ovalisation verticale des tubes contigus.

Alternative

Quand la méthode standard n'est pas possible, enroulez le tuyau dans un ruban (**figure 5-4**) ou plusieurs rubans (**figure 5-5 et tableau 5-4**) avant de verser le béton de façon à ce que le tuyau puisse être espacé du béton d'au moins 25mm. Sortir la canalisation pour que le premier manchon soit totalement visible comme sur **la figure 5-4**. Pour des pressions supérieures à 16 bars cette méthode alternative est conseillée.

Lignes directrices de la construction

- 1 Quand l'étude de la structure en béton est définie, il faut noter qu'une fixation excessive du tube dans l'installation peut être la cause de la rupture.
- 2 Il a été remarqué que de mettre un tuyau court juste à la sortie du tuyau rigide est une bonne façon d'ajuster les installations. (**figure 5-3 et 5-4**). La longueur minimum doit être comprise entre une fois DN ou 1 m jusqu'à 2 fois DN ou 2m. Pour des petits diamètres, (<300mm) la longueur de la section peut être comprise entre 300 et 500mm. Cette petite longueur permet de rattraper les éventuelles différences. La section doit être parfaitement alignée à la partie fixe au moment de l'installation pour permettre le maximum de souplesse lors de la mise en opération. Plusieurs tubes de courte longueur sont à proscrire car ils risquent de rendre l'installation fragile. Le décalage qui pourrait survenir doit être corrigé en relogeant le tuyau qui arrive à la structure.

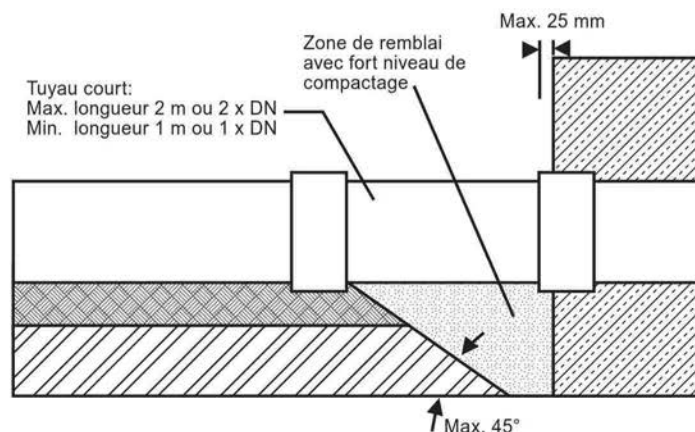


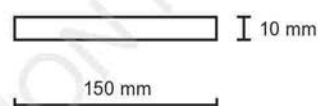
Figure 5-3 Connection standard – Manchon de scellement

Diametre	SN 2500					SN 5000 et au delà
	Pression, bar					
	1-3	6	9-10	12	15-16	Toutes pressions
100 - 250	-	-	-	-	-	A
300 - 700	A	A	A	A	A	A
800 - 900	C	C	C	C	C	A
1000 - 1200	C	C	C	C	C	C
1300 - 1400	C	C	C	C	-	C
1500 - 1600	C	C	C	-	-	C
1800 - 2000	C	C	-	-	-	C
2200 - 2400	C	-	-	-	-	C

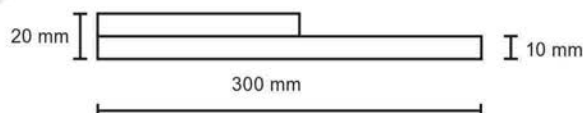
Tableau 5-4 Configuration des bandes en élastomère

- 3 Une attention importante doit être apportée au remblai à l'approche de la structure en béton. La construction bétonnée requiert souvent des travaux de génie civil importants. Ces grandes excavations doivent être remblayées et ramenée à une densité proche et compatible aux travaux adjacents. Des remblais de type SC1 et SC2 doivent être compactés à 90% de la densité définie par le standard Proctor jusqu'à 60% du diamètre du tube au raccord avec la structure fixe (figure 5-3 et figure 5-4). Un remblai stable (cimenté) peut correspondre aussi à ce besoin.

Type A:



Type C:



Positionnement du ruban

- 1 Positionnez-le selon les figures 5-4 et 5-5.
- 2 Filmer tous les joints et les bords du ruban pour s'assurer que le béton ne puisse pas pénétrer entre le ruban et le tuyau.

Figure 5-5 Configuration de la bande élastomère – Elastomère doit avoir 50 Durometre

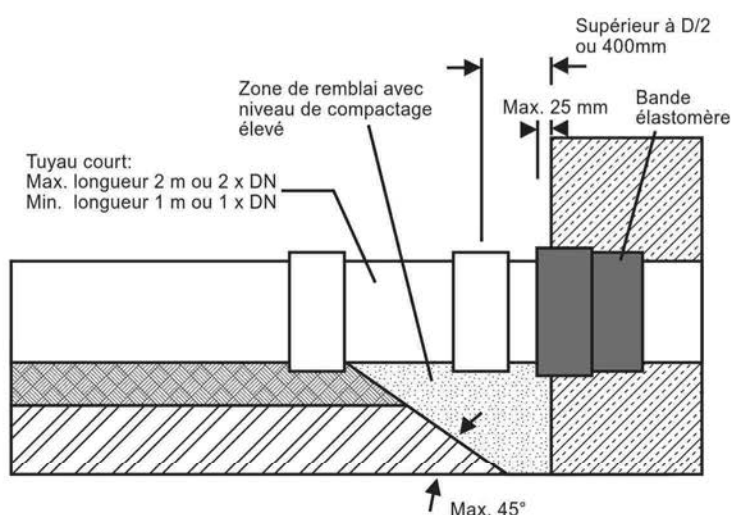


Figure 5-4 Connection alternative – Bande élastomère scellée dans le béton

5.3 Retubage (tunnel)

Quand le tuyau FLOWTITE est utilisé en retubage, les précautions suivantes doivent être observées :

- 1 Le tuyau doit être placé soit par traction soit par poussage. Contactez le fournisseur pour connaître la force à apporter en fonction de la section du tube.
- 2 Pour éviter les dommages dus au frottement le tuyau doit être équipé d'écarteurs en plastique, de feuilles métalliques ou de patins en bois (*figure 5-6 et 5-7*). Ceci en supposant qu'il y a suffisamment de place entre le manchon et les surfaces du tube à réhabiliter.
- 3 L'installation est plus facile si on lubrifie entre les patins et les parois.
- 4 L'espace circulaire entre le tuyau et l'ouvrage peut être rempli avec du sable, des graviers ou du mortier. Il faut faire attention à ne pas écraser le tuyau en particulier lors du remplissage par le mortier. Les pressions maximums sont données par *le tableau 5-5*.

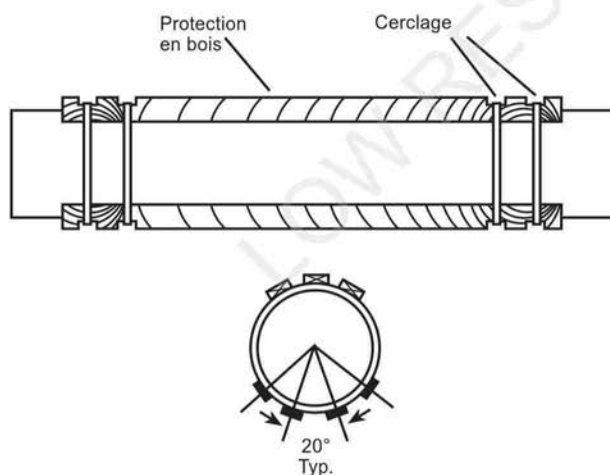


Figure 5-6 Positionnement des patins

Note: Ne pas caler ou entourer le tube pour ne pas exercer de contraintes ponctuelles. Consultez le fournisseur pour avoir son avis sur l'opportunité de la méthode.

Note: Si le vide annulaire n'est pas rempli et que le tuyau est sujet à des dépressions, assurez vous que l'installation pourra supporter les contraintes.

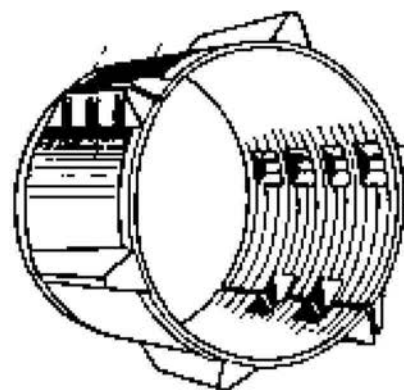


Figure 5-7 Ecarteurs en plastique

SN	Pression maximum
2500	0.35
5000	0.70
10000	1.35

Tableau 5-5 : Pression maximum sans support interne

Sur ce type de configuration, des joints sans affleurement peuvent être utilisés.

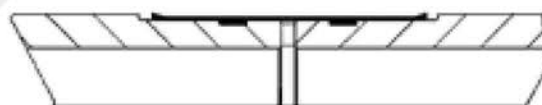


Figure 5-8 Joint affleurant

5.4 Raccords dans des murs bétonnés

Quand un tuyau doit traverser un mur en béton, des précautions doivent être prises pour s'assurer du maintien continu du système.

Le raccordement se fait de deux façons :

- 1 In situ
- 2 Pré-fabriqu

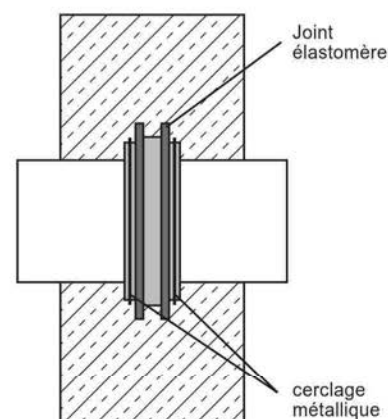


Figure 5-9 Collier souple

Fait sur site

Une installation faite sur site est une installation où le béton est coulé directement sur le site. Quelquefois, le tuyau est totalement pris dans la base de béton, le dépassement étant ensuite découpé. Aucun raccord n'est nécessaire dans ce cas. D'autres fois, seules les terminaisons des tubes sont engagées, ce qui limite les contacts aux extrémités. Dans ces cas, il a été développé des joints qui sont fixés au bout du tube avant de couler le béton.

Le ruban est alors fixé sur le tuyau en utilisant des fixations en acier inoxydable. Le collier est alors noyé dans le béton. De cette façon, une fermeture étanche est faite entre le béton et le tube (**figure 5-9**).

- 1 Note: le joint étanche ne peut pas être assimilé à un ancrage du tube.

L'installation recommandée est la suivante :

- 1 Marquez le tube FLOWTITE pour positionner le collier jusqu'à la limite de coulée du béton. Le collier doit se trouver à la moitié de l'épaisseur de béton.
- 2 Nettoyez toute la surface du tube qui doit être en contact avec le béton, en particulier où doit être positionné le collier. Les évidements devant être bien nets pour assurer une meilleure étanchéité du collier.
- 3 Glissez le ruban sur la fin du tube. Positionnez bien le collier au milieu du mur.
- 4 Installez la fixation en acier pour serrer le collier. Pour améliorer encore l'étanchéité il est recommandé d'utiliser un ciment fin (sans gros grains) en contact direct avec le joint. Ces joints peuvent être utilisés directement avec les tuyaux ou avec les raccords FLOWTITE. Si quelqu'un veut faire une connexion flexible, il est recommandé d'utiliser un raccord FLOWTITE et d'assembler le collier directement au raccord.

Préfabriqué

Les installations préfabriquées sont faites en dehors du chantier et assemblées après que le béton soit sec. Les orifices d'entrée et de sortie doivent être dimensionnés par le fabricant pour correspondre à celles de FLOWTITE. L'objectif étant de faire un raccord étanche entre le tube FLOWTITE et le trou du mur en béton.

Le fournisseur produit un joint spécial qui a été étudié pour les connexions d'un tube qui traverse un mur. Ces produits sont disponibles pour toutes les dimensions de tubes FLOWTITE. Le joint est positionné dans le trou du béton comme indiqué sur **la figure 5-10**.

Le trou dans le mur peut-être fait de deux façons :

- 1 En utilisant une scie au diamant – possible uniquement sur des petits diamètres.
- 2 Utiliser une forme circulaire, correspondant au diamètre extérieur, lors du façonnage du trou dans le béton.

Le joint est maintenu par pression.

L'étanchéité est obtenue par déformation des lèvres.

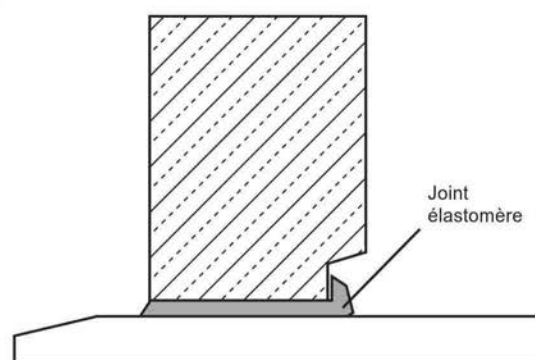


Figure 5-10 Joint dans un mur béton

6 Ajustements sur le chantier

6.1 Sur la longueur

La grande majorité des tuyaux FLOWTITE a son diamètre extérieur qui correspond aux tolérances d'ajustement des extrémités (**Tableau 6-1**). Ces tubes sont considérés comme tuyaux d'ajustement. La procédure suivante assure que l'ajustement de la longueur est correct :

- 1 S'assurer que le diamètre du tuyau est dans les tolérances de calibration des extrémités.
- 2 Définir la longueur requise et faire un repère sur le tuyau.
- 3 Découpez le tuyau suivant ce marquage avec une scie circulaire munie de lames en diamant. Utilisez des équipements de protection individuels appropriés (lunette, gants, masques,...). Demandez au fournisseur du tuyau pour les recommandations.
- 4 Nettoyez la surface de la zone de joint, polir les aspérités et biseauter les bords pour faciliter l'assemblage (**figure 6-1**).

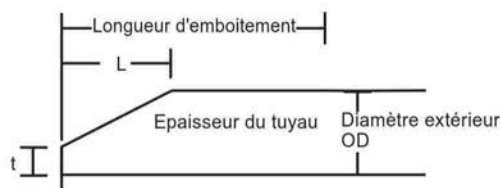


Figure 6-1 Description de la dimension de l'emboîtement et du biseau pour les manchons.

Note: Pour les fins de section, doublez la largeur de l'emboîtement.

La conception des tubes ne nécessite pas de protection particulière sur l'extrémité usinée. Si des lois l'impose pour des raisons de maintenance ou de santé et de sécurité industrielle, il faut se conformer à cette règle.

Note: de ce fait, il est très important de biseauter le tube à la fin d'une découpe.

Dia-meter Series	DN (mm)	Minimum OD (mm)	Maximum OD (mm)	Spigot width (mm)	L (mm)
B2	100	115.5	116.0	110.0	3
B2	150	167.5	168.0	110.0	4
B2	200	220.0	220.5	110.0	4
B2	250	271.6	272.1	110.0	6
B2	300	323.4	324.5	130.0	6
B2	350	375.4	376.4	130.0	8
B2	400	426.3	427.3	130.0	10
B2	500	529.1	530.1	130.0	14
B1	600	616.0	617.0	160.0	17
B1	700	718.0	719.0	160.0	20
B1	800	820.0	821.0	160.0	20
B1	900	922.0	923.0	160.0	20
B1	1000	1024.0	1025.0	160.0	20
B1	1200	1228.0	1229.0	160.0	20
B1	1400	1432.0	1433.0	160.0	20
B1	1600	1636.0	1637.0	160.0	20
B1	1800	1840.0	1841.0	160.0	20
B1	2000	2044.0	2045.0	160.0	20
B1	2400	2452.0	2453.0	160.0	20
B1	2600	2656.0	2657.0	160.0	20
B1	2800	2860.0	2861.0	160.0	20
B1	3000	3064.0	3065.0	160.0	20

Tableau 6-1 Dimensions de l'emboîtement et tolérances.

Note: La série B2 correspond aux tolérances de la fonte ductile. La série B1 est PRV. Dans certains pays la série B2 n'est pas disponible.

6.2 Clé de réseau avec un manchon FLOWTITE

Les manchons FLOWTITE peuvent être utilisés pour le raccordement final ou une réparation. La longueur minimum de cette section doit être de 1m. De la même façon, cette section ne doit pas se raccorder à une rallonge. La section courte a pour unique but d'apporter de la flexibilité à une section rigide (**figure 5-4**).

Procédure

Mesurez la distance entre les fins de tuyaux où vous voulez installer votre dernier tube. Celle-ci doit être de 10 à 20 mm plus courte. Plus l'écart est étroit et plus il est facile d'établir la fermeture.



Figure 6-2 Clé de réseau

Sélection du tuyau

Choisir un tube qui est dans les tolérances du manchon. Il doit y avoir concordance entre tous les diamètres de tubes pour coordonner le raccordement. Si possible, choisir un tube qui soit aux tolérances minimales des préconisations du raccord. (Voir **tableau 6-1**).

Préparation du tuyau

Marquez la bonne longueur du tube et faites une découpe perpendiculaire à l'axe du tube avec une scie circulaire. Utiliser un biseauteur pour chanfreiner le bord du tube de 20 degrés.

Vérifiez que le bord du tube ne soit pas inférieur à la moitié de son épaisseur initiale. Il est aussi important d'avoir un chanfrein très court pour diriger le bord du tube sans endommager le joint. Suivez les indications du **tableau 6-1**. Après biseautage, utilisez du papier de verre pour émousser les bords coupants suite à la découpe. Supprimez les barbes tout autour de la fin du tube.

- 1 Note:** la largeur de la fin de section doit être au moins égale à la largeur du raccord. Elle doit être le double de celle mentionnée dans le **tableau 6-1**.

Installation

- 1** Prendre deux manchons, supprimez le dispositif de centrage, et laissez les joints élastomères d'étanchéités en place. Nettoyez le raccord soigneusement. Les gorges du joint doivent être propre pour permettre la déformation du joint sans dommage.
- 2** Lubrifiez soigneusement, même entre les bords du joint.
- 3** Lubrifiez aussi les bords des tubes d'une fine couche. N'oubliez pas les chanfreins.
- 4** Placez un raccord à une des extrémités du tuyau qui ferme la canalisation. Poussez ou tirez uniformément le raccord jusqu'à ce que le raccord soit totalement emboîté. Il peut être nécessaire d'aider le deuxième joint à se positionner autour du tuyau. Refaire de même à l'autre bout du tube avec l'autre raccord.

- 5** Faites un repère sur les extrémités des tuyaux déjà positionnés dans la tranchée. La ligne de repère est calculée de la manière suivante :

$$HL = (Wc - Wg) / 2$$

HL – ligne repère

Wc – longueur du raccord

Wg – espacement vide entre les tuyaux déjà installés et le tuyau de finition.

- 6** Positionnez le tuyau de finition dans la tranchée entre les deux tuyaux à raccorder.
- 7** Nettoyez les deux extrémités et lubrifiez soigneusement. Installez un outil spécial pour tirer le raccord en position de fermeture (consultez votre revendeur pour avoir les informations sur cet outil). Il est recommandé de tirer les raccords en même temps de chaque côté. Gardez les tuyaux alignés et évitez de faire toucher les extrémités des tuyaux. Arrêtez de tirer quand les raccords arrivent à la ligne de repère. Pour les tubes visitables, un observateur à l'intérieur du tube pourra utilement vérifier le processus d'assemblage.
- 8** Le compactage du remblai autour d'une section de raccordement définitif doit être particulièrement soignée et d'un minimum de 90% SPD. D'une manière générale cette dernière section est très dégagée pour faciliter les accès. Évitez les mouvements inutiles du tube et les mouvements du joint.

- 1 Note:** Une fois que le manchon est dans sa position finale, utilisez une jauge pour s'assurer que les lèvres du joint sont bien en position.

6.3 Fermeture de réseau avec d'autres raccords que les raccords FLOWTITE

Suivre la procédure de la section 6.2 ➔ à l'exception que le tuyau de raccordement n'aura pas nécessairement besoin d'un chanfrein rallongé à la fin.

La procédure d'installation des raccords spécifiques doit alors être suivie (voir section 4-5 ➔).

7 Autres procédure d'installation et precautions

7.1 Plusieurs tubes dans une tranchée

Quand plusieurs tubes sont installés en parallèle dans une tranchée, un espace dégagé entre les tuyaux doit être respecté comme dans **la figure 7-1**. L'espace entre les tuyaux et les bords de la tranchée doivent correspondre à **la figure 3-1**.

Il est recommandé, lorsque l'on met dans une même tranchée des tuyaux de diamètres différents, de les positionner au même niveau. Quand ce n'est pas possible, utilisez du remblai de type SC1 ou SC2 pour remplir l'espace entre le fond de la tranchée et le niveau du tuyau le plus grand. Le compactage est ensuite réalisé (minimum 90% SPD).

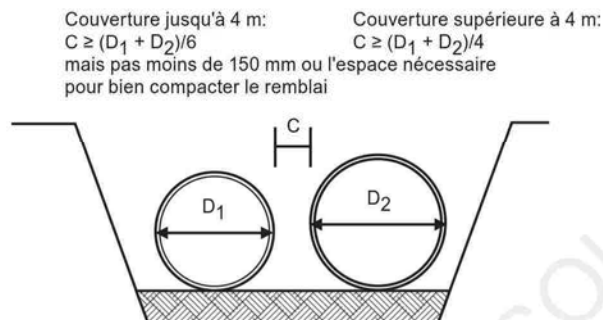


Figure 7-1 Espacement de deux tuyaux dans la même tranchée.

7.2 Croisement

Quand deux tuyaux se croisent de telle sorte que l'un passe sur l'autre, l'espace vertical entre les tubes doit être comme indiqué sur **la figure 7-2**.

Dans certains cas, il est nécessaire de positionner un tube sous une canalisation déjà existante. Une attention supplémentaire doit être apportée pour ne pas endommager les tuyaux existants. Ils doivent être protégés en les recouvrant d'une protection métallique sur la largeur de la tranchée. Il peut être souhaitable de les emballer pour les protéger d'éventuels chocs. Quand le nouveau tuyau est installé, du

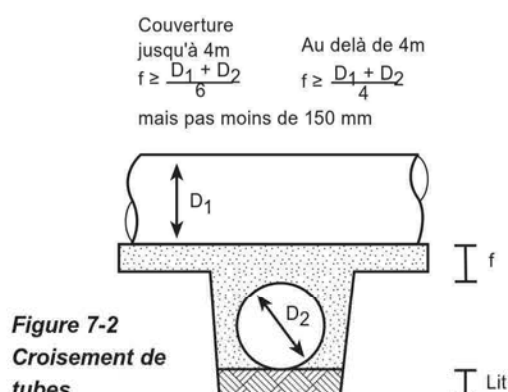


Figure 7-2 Croisement de tubes

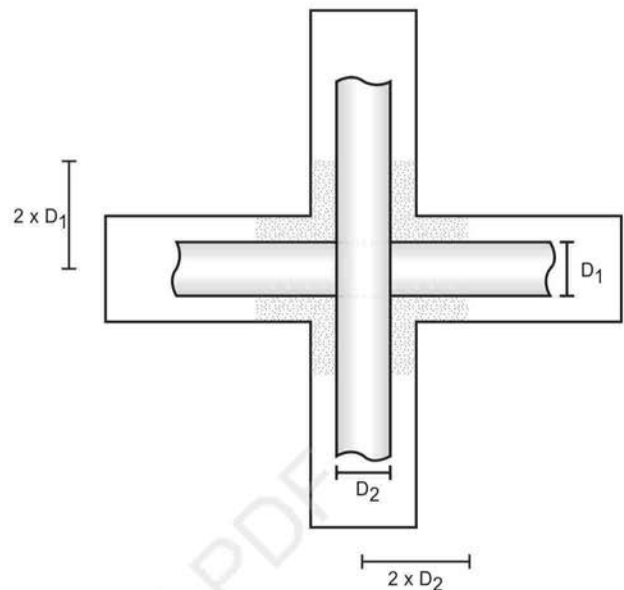


Figure 7-3 Vue supérieure du remblai au croisement.

remblai de type SC1 ou SC2 doit être posé dans la tranchée et compacté à un minimum de 90% SPD autour des deux tuyaux plus 300mm au dessus de la génératrice supérieure du tube. Au croisement, ce remblai doit se prolonger le long de chaque section de tube de deux fois la section du tube (voir **figure 7-3**).

7.3 Instabilité du sol

Quand le fond de la tranchée est souple, lâche ou très expansif, il est considéré comme instable. Le fond instable d'une tranchée doit être solidifié avant l'installation du tube ou alors des fondations doivent être faites pour éviter les soulèvements du fond de la tranchée. Des graviers calibrés compactés à 90% SPD ou du concassé sont recommandés pour la base de la fondation.

L'épaisseur de gravier ou de concassé dépend des conditions d'instabilité du sol, mais en aucun cas ne doit être inférieure à 150mm. Ensuite le lit de la tranchée doit être fait normalement. Lors de l'utilisation de concassé, il est recommandé d'utiliser un géotextile pour limiter les migrations entre le lit et les fondations ce qui aurait pour effet d'enlever le support du tuyau. Ce tissu n'est pas nécessaire si on utilise le même remblai pour les fondations et le support de même que si l'on utilise des graviers calibrés. De plus, la longueur maximum de tube entre deux joints flexible ne doit pas dépasser 6 m.

Utiliser uniquement des matériaux de remblai nobles avec un niveau de compactage minimum de 90% de l'OPN

7.4 Sol inondable

Quand le niveau de l'eau est au dessus du fond de la tranchée, le niveau doit être abaissé au moins jusqu'au fond de la tranchée (de façon préférable 200mm plus bas) avant de préparer le support du tuyau. Plusieurs techniques peuvent être utilisées selon la nature du sol.

Pour les sols sableux, un système de points bas reliés à un tuyau avec une pompe est le plus adéquat. La distance entre les points et leur profondeur dépend du niveau de l'eau et de la perméabilité du sol. Il faut utiliser un filtre aux points de succion (sable grossier ou graviers) pour éviter le colmatage du point de captage.

Quand le sol est composé de glaise, les points de captages ne fonctionneront pas. L'utilisation de puisard et de pompes est alors nécessaire. Si le niveau de l'eau ne baisse pas, il faut creuser pour installer des drains remplis de matériaux de même taille (20 à 25mm) complètement emballés dans un tissu. La profondeur du drain dépend du niveau d'eau dans la tranchée. Si le niveau de l'eau ne descend toujours pas en dessous du niveau du lit du tuyau, un tissu filtrant doit être utilisé pour entourer le lit du tuyau (et si nécessaire tout la zone de la tranchée) pour éviter de le mélanger avec le sol. Des graviers ou du concassé doit alors être utilisé pour le lit et le remblai. Les précautions suivantes doivent être respectées :

- Eviter de pomper dans le remblai loin dans la tranchée pour éviter de déplacer du remblai déjà installé.
- Ne pas arrêter le pompage tant que le remblai n'est pas suffisamment épais pour éviter le risque de flottaison de la canalisation.

7.5 Utilisation de blindage de tranchée

Une attention particulière doit être portée lors de l'enlèvement des blindages de la tranchée. Retirez l'étais progressivement et tassez le remblai de la zone canalisée vers les bords de la tranchée. Ceci permet un bon maintien du tuyau et assure un remplissage correct des interstices qui apparaissent lorsqu'on enlève le blindage. Lorsque les étais sont retirés après que le remblai ait été mis, le remblai est déstabilisé ce qui réduit le maintien du tuyau, en particulier s'il y a des trous derrière le blindage. Pour limiter cet inconvénient, il est possible de faire vibrer le cloisonnement au moment du retrait.

Assurez-vous qu'il n'y a pas d'espace ou manque de remblai entre les cloisons et les bords de la tranchée jusqu'à au

moins 1m au dessus du sommet de la canalisation. Utilisez du remblai de type SC1 ou SC2 pour combler les espaces entre la terre et le cloisonnement, compactez le à au moins 90% SPD.

Pour un blindage permanent, utilisez des cloisons suffisamment longue pour répartir les contraintes latérales à au moins 300mm au dessus du tube. La qualité des blindages doit être suffisante pour durer autant que la durée de vie estimée de la canalisation.

Les procédures de remblai sont les mêmes que pour l'installation standard. Les blindages permanents sont considérés comme de sols de catégorie 1.

7.6 Sol natif - type rocher

Les dimensions minimum de la tranchée sont les mêmes que sur le point 3.1 →. Quand le profil rocheux se termine et que la canalisation continue dans un sol meuble ou inversement, il est conseillé de mettre un joint flexible comme sur la figure 7-4.

D'une autre façon, lors de la traversée d'un profil rocheux, l'utilisation d'un remblai stabilisé avec du ciment (voir la section 5-2) peut supprimer la nécessité d'un joint flexible. La construction de la tranchée reste la même que celle en pleine terre.

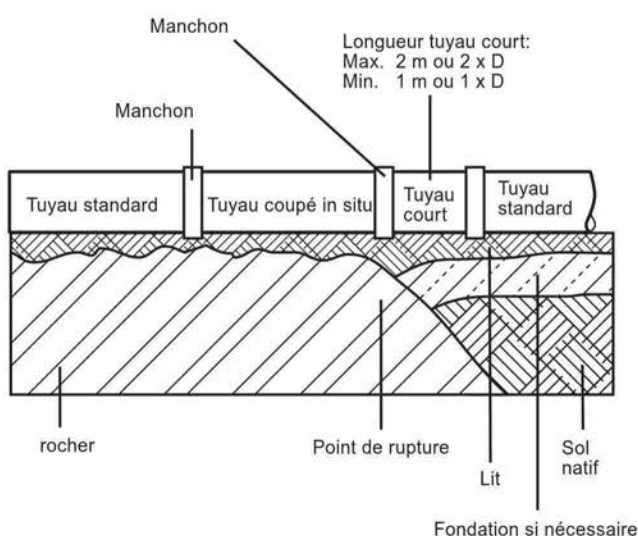


Figure 7-4 Méthode de construction de la tranchée et description de la canalisation à la transition entre un sol rocheux et un sol meuble.

7.7 Elargissements accidentel de la tranchée

Tout élargissement non voulu des parois de la tranchée, du fond, du berceau ou autour de la canalisation doit être comblé par du remblai compacté à 90%.

- La surface totale de la tranchée doit être protégée de l'érosion provoquée par le ruissellement de l'eau.
- Les tuyaux doivent être parfaitement alignés (plus ou moins 0.2 degrés) avec un décalage minimum entre les tubes.
- Le mouvement total du remblai dans l'axe du tube doit être au maximum de 20mm.
- L'installation doit être drainée pour éviter l'érosion et assurer la solidité du sol.

7.8 Installation dans une pente (sens parallèle)

Généralement

- L'instabilité en fonction de la pente dépend directement de la qualité du sol
- En général, les tuyaux ne doivent pas être installés sur des pentes de plus de 15 degrés, ou sur des terrains où le risque de coulée est supposé, à moins que la qualité du support soit vérifiée par une étude géotechnique.

Installation hors sol

- La méthode préférée pour l'installation des canalisations sur des pentes est de les fixer sur des structures hors sol. De cette façon les supports sont mieux déterminés, la qualité de l'installation est plus facile à réaliser et les défauts plus faciles à détecter.
- Voir la brochure d'installation des produits hors sol pour plus d'information ➡.

Installation enterrée

Avant d'installer une canalisation sur une pente supérieure à 15 degrés, il est recommandé de faire une étude par un géophysicien. Les tubes FLOWTITE peuvent être installés sur ces pentes si les conditions minimums suivantes sont respectées :

- La stabilité à long terme est assurée par une étude technique des sols.
- Pour les pentes de plus de 15°, utiliser uniquement des remblais de qualité SC1 ou fixés par du ciment.
- Sur ces pentes, fixer toutes les sections de tube en leur milieu par une sangle.
- L'installation doit progresser du point bas vers le haut de la pente. Chaque tube doit être remblayé totalement avant de positionner dans la tranchée la section suivante.

- La stabilité de chaque section de tube est contrôlée tout au long de l'installation jusqu'à la mise en service. Ceci se vérifie par le contrôle d'ovalisation aux manchons.
- Une étude spéciale peut-être nécessaire. Consultez le fournisseur.

Perpendiculairement à la pente

Quand une canalisation est installée perpendiculairement à une pente de plus de 15°, une étude géotechnique est nécessaire pour s'assurer que le versant reste stable.

La surface de toute la tranchée doit être étudiée pour éliminer les dépressions et éviter la formation de poches d'eau. La rétention d'eau sur la pente affecte la stabilité de la pente.

8 Ancrage des vannes et autres dispositifs

La plupart des installations sous pressions ont, régulièrement réparties, des vannes pour isoler une partie du système de l'admission ou de l'évacuation, des prises d'air hautes ou des vidanges pour évacuer l'air accumulé en surpression ou pour laisser entrer de l'air et éviter les sous pressions, de même que des Tés de curage ou de visite. Tous ces raccords sont compatibles avec les tubes FLOWTITE. L'ingénierie a la responsabilité finale de l'étude du système de canalisation. Toutefois, au fil des années, les ingénieurs FLOWTITE ont observé plusieurs méthodes pour incorporer ces pièces dans un réseau. Cette section fournit aux ingénieurs ou aux donneurs d'ordre les éléments pour incorporer ces ouvrages.

8.1 Fixation de vannes dans l'axe

Les tubes FLOWTITE sont étudiés pour supporter les pressions axiales, mais ne sont pas prévus pour résister aux pressions générées par les vannes. Celles-ci doivent être contenues comme indiqué dans AWWA C600-93. Plusieurs méthodes de fixation des vannes sont décrites. Le choix dépendra de la destination de l'installation. Généralement, il est dicté par le diamètre du tube et la pression interne. Il y a deux considérations de base : la vanne est-elle accessible (dans une chambre) ou est-elle enterrée ? Les petits diamètres sont rarement mis dans les chambres à accès direct.

Enfouissement

Type 1 Le moins cher et le plus facile à installer est d'enterrer la vanne dans un coffrage en béton (voir **figure 8-1**). Cette méthode peut-être utilisée pour des vannes plus grosses dans la limite du volume de béton à mettre en œuvre. Le renfort de béton doit être étudié pour résister à la pression exercée par la vanne et communiquée au raccord.

Les lignes directrices suivantes doivent être respectée pour le type 1

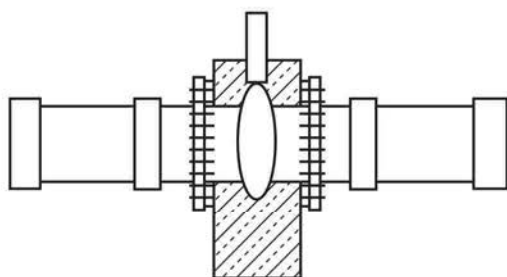


Figure 8-1 Type I – Vanne encastée dans un massif béton

- 1** La taille du massif de béton est basée sur la résistance du sol, le remblai et les conditions d'installation. Le mouvement limite est de 15mm
- 2** Le tube de raccordement à la canalisation ne doit pas dépasser 500mm de longueur, et doit être raccordé par un manchon FLOWTITE à un tuyau mobile (**figure 5-4** →).

Type 2 L'accrochage est identique à celle de type 1 sauf que la vanne est accessible (voir **figure 8-2**). Alors que vous faites une installation simple, la vanne est disponible pour manipulation. La limitation ne dépend que de la solidité de la partie source et de l'ancrage du collier. Pour les petites contraintes, un seul coté de la vanne nécessite d'être accroché.

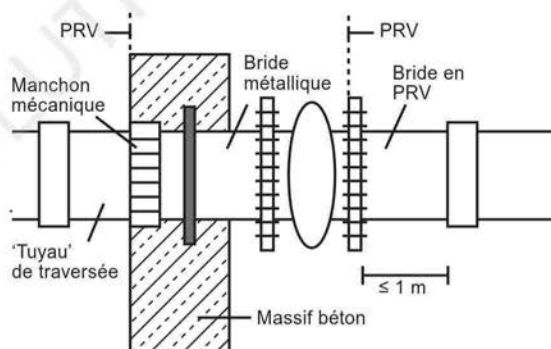


Figure 8-2 Un massif scellé adjacent à la vanne

Les étapes principales suivantes sont à suivre :

- 1** La taille du massif de béton dépend de la solidité du sol, du remblai et des conditions d'installation. Limitez les mouvements latéraux pour préserver le joint
- 2** Les rallonges à brides ne doivent pas dépasser un mètre. Elles sont reliées à la canalisation FLOWTITE avec un manchon standard FLOWTITE.
- 3** Si on utilise des rallonges en métal, l'utilisation de raccords flexibles ou de double raccord métallique est conseillée.

Chambre

Type 3 Cette méthode peut-être utilisée pour toutes les installations sauf les grandes vannes et les hautes pressions. Notre limite est la capacité à installer la structure à l'intérieur de la chambre de vannes. Cette chambre se comporte comme une boîte de renfort et doit être étudiée pour cela. Le renfort est placé sur le côté de compression de la vanne et transfère les contraintes aux murs de la chambre. L'autre extrémité de la canalisation est laissée libre de mouvement axial pour absorber les changements de température et de l'effet Poisson.

L'hypothèse de la **figure 8-3** est que les contraintes ne se propagent que dans la direction de l'écoulement. Toutefois, il faut prendre en compte qu'un retour de pression sur la fermeture d'une vanne peut créer une contrainte en sens inverse. Pour s'en accommoder la structure doit être étudiée pour supporter des contraintes dans les deux sens. Le détail est laissé à la responsabilité de l'ingénierie.

Les lignes directrices suivantes doivent être suivies pour étudier le type 3 :

- 1 La pression et le cisaillement de la vanne doivent être portés par une structure en acier. Les tubes standard et les manchons FLOWTITE sont fournis dans ce but.
- 2 Les tubes FLOWTITE sont conçus pour avoir soit un entourage en ruban ou un manchon de scellement à l'extérieur du mur en béton pour réduire les contraintes locales liées aux pressions de déplacement durant la mise en pression.

- 3 La chambre de vanne doit accepter les contraintes axiales de la pression et celles verticales du poids de la vanne.
- 4 La chambre doit être étudiée comme un raccord de dilatation pour résister aux contraintes axiales. Les renforts ponctuels des chambres de vannes doivent accepter aussi les contraintes axiales aux points d'attache.
- 5 Il faut impérativement un tuyau d'ajustement à la sortie de la chambre conformément aux procédures.
- 6 Les pressions sont absorbées aux travers de la structure. Il n'y a pas de transfert axial à la canalisation.
- 7 Utilisez du remblai consolidé avec du ciment ou du remblai de gravier compacté à 90% pour remplir le vide sous la canalisation à la sortie de la chambre (**figure 5-3** →).

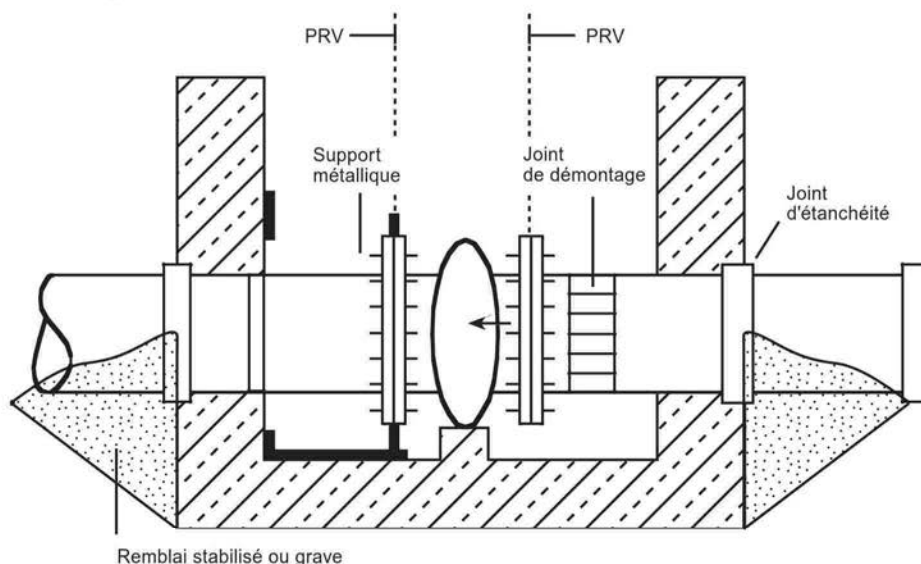


Figure 8-3 Utilisation de la structure pour dissiper les pressions

Type 4 Cette méthode (*figure 8-4*) peut être utilisée pour la fixation des vannes avec des pressions jusqu'à 16 bars. La limite de cette méthode est la limite des renforts des tuyaux FLOWTITE et les longueurs des joints de compression. Ces joints sont placés sur la partie de canalisation du côté de la vanne qui supporte la pression. Les murs agissent comme absorbeurs de pression. Le reste de la canalisation de la chambre est libre de mouvements axiaux dus à la température ou à l'effet Poisson.

Les lignes conductrices suivantes doivent être suivies pour étudier l'installation de type 4 :

- 1 Un tuyau spécial avec une paroi PRV encastrée dans le mur de la chambre et utilisé comme une fixation du côté de pression de la vanne.
- 2 L'autre côté est libre de mouvement au travers d'un joint de scellement dans le mur de la chambre.
- 3 Le poids de la vanne est supporté par le sol de la chambre. La chambre est étudiée pour supporter la totalité des tensions axiales de la vanne. Des renforts supplémentaires sont nécessaires pour supporter les forces axiales du tube spécifique PRV.

- 4 La chambre de vanne doit être étudiée comme un bloc d'absorption pour les contraintes axiales. Le choix du remblai, la répartition et le compactage doivent être suffisamment résistants pour résister aux pressions latérales dues à la fermeture de la vanne. Le mouvement latéral tolérable est de 15mm.
- 5 Le tube « spécial » comprend un raccord logé dans la cloison de la chambre des vannes. Dans la chambre, ce tuyau sera renforcé pour supporter les contraintes axiales et les pressions locales. Veuillez informer le fournisseur de tube FLOWTITE des contraintes spécifiques à votre installation pour qu'il puisse étudier les renforts nécessaires à votre installation.
- 6 Il faut installer un tube de raccordement à la sortie de la chambre de vanne conformément aux indications (*figure 5-4* →).
- 7 Utiliser du remblai stabilisé avec du ciment, ou des graviers compactés à 90%, pour remplir le vide sous la canalisation à la sortie de cette structure (*figure 5-3* →).

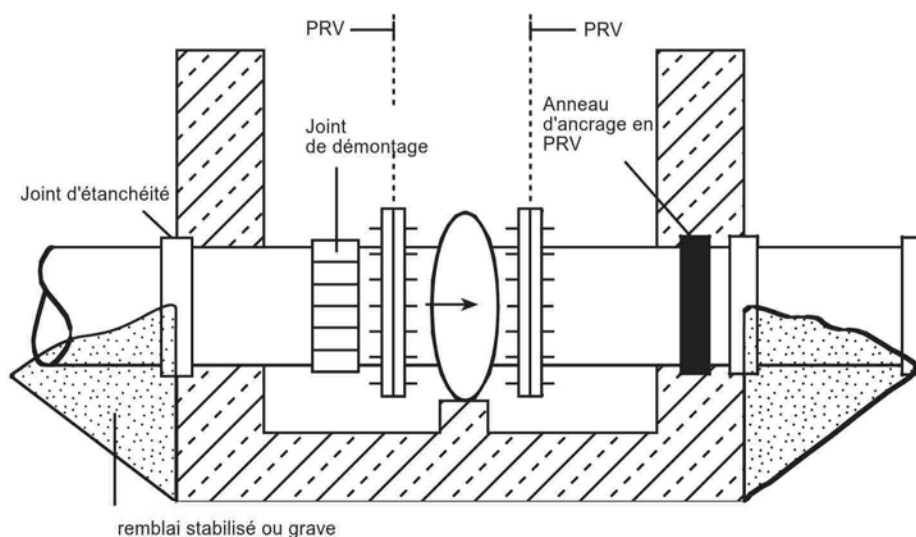


Figure 8-4 Type IV – Utilisation d'un anneau d'ancrage pour répartir les efforts

Type 5 Cette méthode (**figure 8-5**) peut être utilisée pour tout type d'installation. La seule limite serait la taille de la chambre de vanne. La taille de la chambre doit être étudiée comme un massif de détente. Quand les dimensions du côté du bloc de détente sont plus grandes que celles de la chambre de vanne, vous pouvez augmenter les dimensions du down-stream de la chambre pour correspondre au massif de détente. Le tube de détente doit être mis du côté de pressurisation de la vanne pour transmettre directement les contraintes au mur de la chambre qui prend alors le rôle de massif de décompression. L'autre côté de la canalisation doit rester libre de mouvement pour absorber les mouvements dus aux écarts de température et à l'effet Poisson. La ligne conductrice suivante doit être suivie :

- 1 Le poids de la vanne doit être supporté par le sol de la chambre de vanne. La pression de fermeture de la vanne doit être absorbée par un tuyau en acier accroché par un tuyau soudé du côté de compression de la vanne.
- 2 Un raccord acier flexible est installé entre le tuyau acier et le tuyau du manchon FLOWTITE à l'extérieur de la chambre.
- 3 L'autre côté de la vanne est libre à travers un joint de scellement. Un renfort de fixation sera demandé pour contenir la force axiale de la canalisation.
- 4 La chambre de vanne doit être étudiée comme un massif de détente pour résister à la force axiale. Le choix du remblai, le positionnement et le compactage doit être suffisant pour résister aux forces latérales créées lors de la fermeture de la vanne. Le mouvement latéral doit être limité à 15mm.

- 5 Il doit y avoir un tuyau de raccordement placé à l'extérieur de la chambre selon les pratiques standards (**figure 5-2** →).
- 6 Utilisez du remblai stabilisé par du ciment, ou des graviers compactés à 90 %, pour remplir l'espace en dessous du tube à la sortie de la structure de la chambre (**figure 5-3** →).

8.2 Trappes d'entrée et de sortie d'air

Il est de pratique courante d'inclure des prises d'air ou des prises d'air combinées à des sorties d'air aux points hauts sur les longues canalisations. Les vannes doivent être étudiées pour enlever lentement tout l'air accumulé sur les points hauts, ce qui peut limiter l'écoulement. De la même façon, les vannes de dépression limitent le niveau de pression négative que l'on peut avoir dans la canalisation, en les ouvrant, dès que l'on atteint une certaine valeur de pression. L'étude détaillée et le dimensionnement de ces vannes sont en dehors de l'objectif de ce manuel d'installation. Toutefois, les lignes directrices sont données ici sur des considérations générales d'aménagements pour adapter ces vannes hors ligne. Il y a deux façons principales d'installer ces entrées et sorties d'air dans les installations FLOWTITE. La façon la plus commune est de monter la vanne directement sur un tuyau vertical. La méthode alternative pour de grosses vannes est de monter un tuyau en parallèle pour permettre ce montage. Les deux détails suivent.

Petites vannes de rejet d'air ou d'aspiration

La manière la plus simple est d'installer la vanne sur un tuyau vertical sortant de la canalisation. De manière

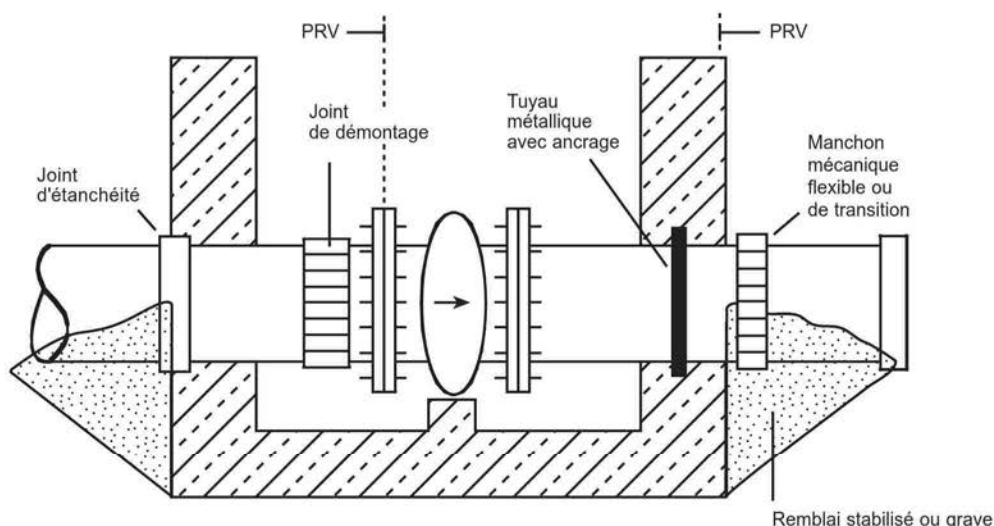


Figure 8-5 Ancre

classique, la vanne est logée dans une chambre en béton, prévoyant un passage sûr et facile de l'air au travers de l'assemblage. Quand la chambre est étudiée et construite directement autour de la canalisation, il est important de vérifier que le poids de la construction ne se transmette pas directement au tuyau vertical ou à la canalisation. Ceci peut être évité en prévoyant un diamètre de l'orifice de sortie du tuyau vertical plus large que le diamètre du tuyau. **La figure 8-6** fournit une description générale des assemblages indiqués.

Vannes larges de rejet d'air ou d'aspiration (>100mm)

Dans le cas de vannes d'extraction plus large, la méthode n'est pas de faire supporter le poids sur l'installation. On monte alors un tuyau en parallèle qui rejoint une chambre où est installée la vanne. Le tuyau peut être parallèle à l'axe horizontal ou légèrement incliné (<22,5 degrés) avec un coude. Veuillez vous référer à la section 5 pour savoir s'il est nécessaire d'avoir juste un massif de détente, ou une combinaison d'un massif de détente et un massif de diffusion de la contrainte. D'une manière générale, si la dérivation parallèle a un diamètre supérieur à 50% de la canalisation principale, un massif de détente et de transfert est nécessaire. Sinon un massif de détente est suffisant.

La figure 8-7 fournit une illustration générale de la manière de raccorder une vanne avec les tubes FLOWTITE.

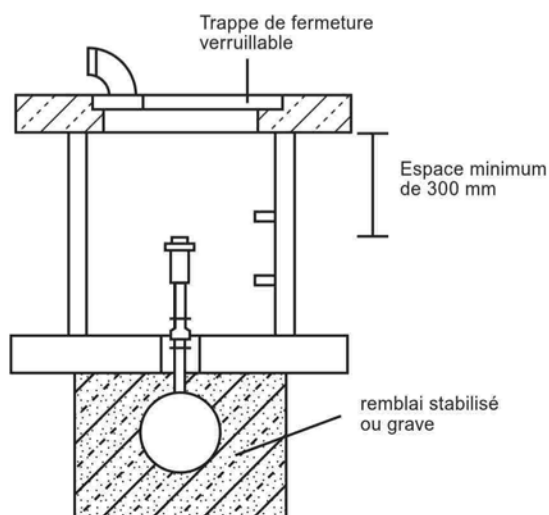


Figure 8-6 Installation d'une petite vanne de prise d'air ou d'aspiration

8.3 Trappes de nettoyage et de sécurité

L'installation d'une trappe de nettoyage ou de sécurité est similaire à l'installation d'une vanne de grande taille, sauf que le branchement du tuyau de raccordement est tangent au bas de la canalisation principale. Les mêmes règles que les massifs de détente et de contrainte s'appliquent. Si le tube de raccordement est supérieur à 50% de la canalisation principale, alors un massif de détente et de contrainte est nécessaire (section 7-1). Sinon un massif de détente est suffisant. **La figure 8-8** donne la description de ces installations dans un raccordement FLOWTITE.

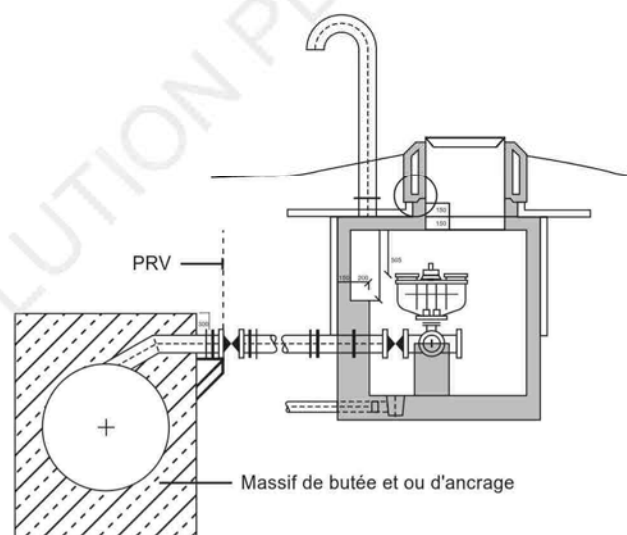


Figure 8-7 Installation d'une vanne large de prise d'air ou d'aspiration

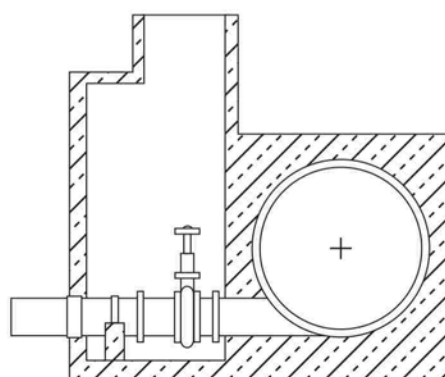


Figure 8-8 Installation d'une trappe de nettoyage et de sécurité.

9 Fin d'installation

9.1 Vérification

Requête : le renflement lié au diamètre maximum ne doit pas dépasser à l'origine les valeurs du **tableau 9-1**. Les bosses, zones plates ou autres changements abrupts des côtés du tube ne sont pas autorisés. Les tuyaux installés en dehors de ces préconisations ne donneront pas satisfaction.

La vérification qui permet de s'assurer que les tolérances de déformation ont bien été respectées est facile à faire et doit se faire pour chaque section immédiatement après la réalisation de l'installation (idéalement 24 heures après avoir recouvert en totalité). La déformation initiale après recouvrement complet doit être inférieure à 2%. Une valeur supérieure indique que la qualité de l'installation n'est pas atteinte et doit s'améliorer pour le tuyau suivant (augmenter la compression du remblai, trier les matériaux de remblai ou augmenter la tranchée, etc...).

La mesure de l'ovalisation de chaque tube est recommandée car elle reflète la qualité de l'installation. Ne jamais faire avancer trop loin la canalisation sans vérifier la qualité de l'installation. Ceci permet de corriger plus tôt la méthode d'installation.

Les tuyaux qui sont installés avec une déformation supérieure au tableau 9-1 doivent être réinstallés de façon à ce que la déformation revienne dans les normes. Voir la section 9-2, correction des tubes déformés, pour les limites appliquées à ce travail.

La procédure pour vérifier les déformations de la section du tube est :

- 1 Ajouter du remblai.
- 2 Suppression complète des blindages de tranchée.
- 3 Arrêter le système de drainage.
- 4 Mesurer et consigner le diamètre à la verticale du tuyau.
Note: pour les petites sections de tuyau, un gabarit peut être positionné à l'extrémité du tuyau pour vérifier les déformations verticales.

	Ovalisation % du diamètre
Large diamètre (DN ≥ 300)	3.0
Petit diamètre (DN ≤ 250)	2.5

Tableau 9-1 Ovalisation autorisée

5 Calculer la déformation verticale

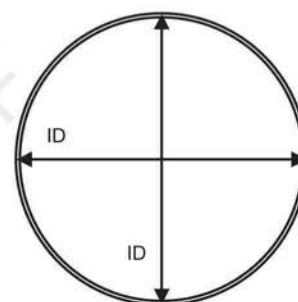
$$\% \text{ déformation} = \frac{\varnothing \text{ réel} - \varnothing \text{ installé}}{\varnothing \text{ réel}} \times 100$$

Le diamètre réel doit être vérifié sur un tube qui n'est pas encore installé et stocké sur une surface relativement plane. A calculer de la manière suivante :

$$\varnothing \text{ réel} = \frac{\varnothing \text{ vertical} + \varnothing \text{ horizontal}}{2}$$

(Voir **figure 9-1**)

Figure 9-1
déterminer
le diamètre réel
sur un tuyau non
installé.



9.2 Correction des déformations

Les tuyaux installés avec des ovalisations initiales hors des valeurs du tableau 9-1 doivent être réparés pour s'assurer des performances à long terme.

Méthode

Pour la déformation des tuyaux jusqu'à 8% :

- 1 Dégagez le remblai autour du tube, de façon à rendre apparent environ 85% du tube. Le dégagement au dessus et aux abords du tube doit se faire avec des engins manuels pour éviter d'endommager le tube (**figure 9-2**).
- 2 Contrôlez le tuyau pour s'assurer qu'il n'y a aucune avarie
- 3 Compactez le support de la tranchée en s'assurant qu'il n'a pas été mélangé à des matériaux non-conformes
- 4 Remblayez la zone du tube par couches avec les bons matériaux, en compactant chacune d'elle à la bonne densité
- 5 Remblayer totalement et vérifiez que la déformation n'excède pas les déformations tolérées au **tableau 9-1**

Pour les tuyaux dont la déformation dépasse 8% il est conseillé de procéder à nouveau à leur installation.

- 1 Attention :** ne pas sortir le tube en le soulevant à une extrémité et en l'incurvant. Ceci endommagerait le tube.

Si vous devez procéder au déblaiement de plusieurs tubes, faites attention aux déblais envoyés sur les tuyaux voisins. L'extraction et la réduction des maintiens de chaque côté du tube risque de provoquer des déformations latérales excessives.

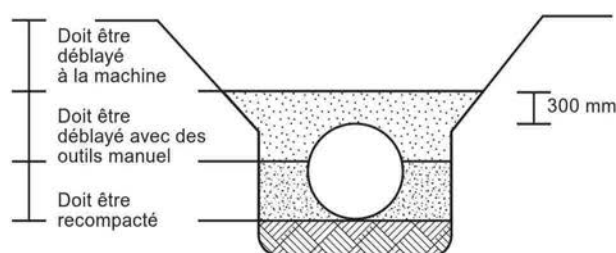


Figure 9-2 déblaiements d'un tuyau trop déformé

9.3 Vérification des infiltrations

Certaines installations requièrent un test hydraulique avant d'être acceptées. Ceci est une pratique adéquate pour permettre une détection préventive et donner la possibilité de corriger les défauts ou dommages, etc... Si un test est préconisé, il doit être fait tout au long de l'installation. La bonne méthode est de ne pas excéder la pose de 1000 mètres de tuyau pour tester et attester de la qualité de l'installation. Idéalement le premier test devrait être le contrôle d'une valve de pressurisation ou d'une chambre de drainage pour valider le system total. En plus de l'attention habituelle, les précautions normales et les méthodes usuelles, les suggestions suivantes devraient être suivies :

- 1 Préparation avant le test – contrôler l'installation complète pour s'assurer que tout le travail a été fait correctement. Les points critiques sont :**

- Déformation du tuyau inférieur aux valeurs du **tube 9-1**.
- Les joints assemblés correctement.
- Les maintiens de systèmes (massif d'ancrages) en place et opérationnel.
- Le serrage des joints aux valeurs nominales.
- Le remblai mis. VOIR SECTION A.6 ➡ POUR LES PROFONDEURS MINIMALES, HAUTES PRESSIONS ET LIMITATIONS DES TESTS.

- Les vannes et les pompes arrimées.
- Les remblais et les compactages proches des structures et aux points de fermeture.

- 2** Remplir la canalisation d'eau – ouvrir les vannes et les conduits pour que l'air soit expulsé et pour éviter les surpressions.

- 3** Pressurisez la canalisation doucement. Une énergie considérable est emmagasinée dans un tuyau sous pression et cette force doit être respectée.

- 4** Assurez-vous que la jauge indique la plus haute pression de la canalisation et ajuster en conséquence. Un positionnement plus bas dans la canalisation va donner une pression plus haute du fait de la colonne d'eau additionnelle.

- 5** Assurez-vous que la pression maximum en test ne dépasse pas la pression nominale x 1.5. Normalement, la pression en test est un coefficient de la pression en service ou la pression en service avec un ajout d'une valeur faible.

- 6** Si, après une période brève de stabilisation, la canalisation ne maintient pas une pression constante, s'assurez que l'effet thermique (changement de température), le système de détente ou qu'une poche d'air n'en est pas la cause. Si le tuyau a une fuite et que l'inspection ne donne pas satisfaction, la méthode suivante aide à découvrir le problème :

- Vérifiez les zones des joints et des vannes.
- Vérifiez les robinets de la canalisation.
- Utilisez des détecteurs par ultrasons.
- Testez la canalisation sur des petits segments pour isoler la fuite.

9.4 Matériel de vérification des joints

Un équipement portable de test des joints hydrauliques peut être commandé et fourni pour les canalisations de plus de 800mm. Cet équipement peut-être utilisé en interne pour tester certains joints. Il est demandé que chaque tronçon soit correctement remblayé pour éviter tout mouvement du tube lors du test. D'autres détails sont disponibles par le technicien de chantier du fournisseur.

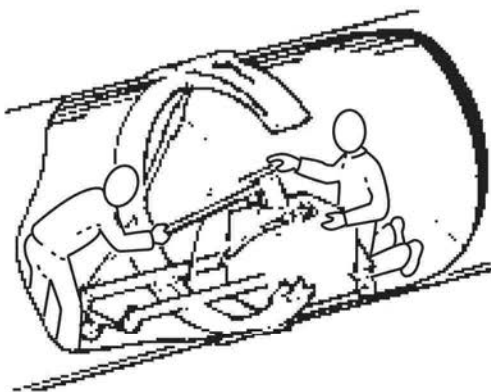


Figure 9-3 Matériel de test de joint sur site

! **Attention:** Cet équipement est étudié pour permettre un test du joint et pour vérifier que le manchon a bien été assemblé et que les joints sont dans la bonne position. Cet équipement est limité à une pression maximum de 6 bar.

9.5 Vérification par pression d'air

Un test alternatif pour les canalisations gravitaires (pression de 1bar) peut être réalisé avec de l'air au lieu de l'eau. En plus de l'attention normale, des précautions habituelles et des procédures à suivre pour ce travail, les suggestions suivantes sont à suivre :

- 1 Comme le test avec de l'eau, la canalisation doit être testée sur de petits segments, habituellement la distance entre deux regards de visite.
- 2 S'assurer que la canalisation et tous les matériels, les débris et accessoires sont nettoyés et ne craignent pas la pression.
- 3 Pressurisez le système à 0,24 bar. La pression doit être régulée pour éviter les sur pressurisations (maximum 0,35 bar).
- 4 Permettre à la température de l'air de se stabiliser tout en maintenant 0,24 bar.

- 5 Durant cette phase de stabilisation, il est possible de vérifier les joints et raccords avec une solution savonneuse pour détecter les fuites. Si une fuite est détectée, arrêter le test, scellez le joint ou le raccord et recommencez le test.
- 6 Après la phase de stabilisation, ajustez la pression de l'air à 0,24 bar et stoppez l'arrivée d'air.
- 7 La canalisation est correcte si le test de pression chute de 0,035 bar ou moins suivant le temps donné sur le **tableau 9-2**.
- 8 Si la section en cours de test ne satisfait pas à ces exigences, des fermetures pneumatiques peuvent être assemblées et avancées dans la canalisation pour répéter localement le test à l'air jusqu'à ce que la fuite soit trouvée. Cette méthode est très précise et permet de localiser la fuite sur moins de deux mètres. De cette façon, l'excavation pour réparer la fuite est réduite, réduisant les coûts et le temps de réparation.

! **ATTENTION : UNE ÉNERGIE CONSIDÉRABLE EST EMMAGASINÉE DANS UN TUYAU SOUS PRESSION. C'EST PARTICULIÈREMENT VRAI QUAND C'EST UN TEST À L'AIR (MÊME À BASSE PRESSION). FAITES PARTICULIÈREMENT ATTENTION QUE LA CANALISATION SOIT BIEN MAINTENUE AUX CHANGEMENTS DE DIRECTION ET SUIT BIEN LES RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ DES FABRICANTS COMME LES FERMETURES PNEUMATIQUES.**

! **Note:** Ce test permet de mesurer le taux d'air sous pression qui s'évade d'une partie de la canalisation. Ceci est préconisé pour connaître les dommages causés aux joints et raccords ou au tuyau par lui-même.

Diamètre (mm)	Temps (mn.)	Diamètre (mm)	Temps (mn.)
100	2.50	1000	25.00
150	3.75	1100	27.50
200	5.00	1200	30.00
250	6.25	1300	32.50
300	7.75	1400	35.00
350	8.75	1500	37.50
400	10.00	1600	40.00
500	12.50	1800	45.00
600	15.00	2000	50.00
700	17.50	2200	55.00
800	20.00	2400	60.00
900	22.50		

Tableau 9-2 temps de test.

10 Autres installations

Si la profondeur requise pour la taille du tuyau, le type d'installation ou la nature du sol dépasse les limites de compression réalisables, une procédure d'installation alternative doit être envisagée.

Trois possibilités sont offertes :

- Une tranchée plus large
- Un blindage permanent (voir la section 7.5 ➔).
- Un remblai stabilisé par du ciment.

10.1 Tranchée élargie

Augmenter la largeur de la tranchée élargit la distance avec le sol et permet une installation plus profonde et de plus hautes tolérances à des pressions négatives (aspirations).

10.2 Remplissage avec du ciment

Objectif

Le ciment est mélangé avec le sol sableux. Le mélange est positionné et compacté comme un remblai classique. La quantité de ciment de type 3 est approximativement de 4 à 5 pour cent du poids du sol. Le degré d'humidité étant de 5 à 10%. Le taux de compression dépend de l'épaisseur du mélange avant de mettre le remblai. Si l'épaisseur est faible, la pression doit être légère. Le remblai stabilisé par du ciment peut se positionner en un ou deux jours et le remplissage peut être placé en couche, avec un maximum de 5m.

Mélange

Sur une quantité de 100 de sol initial (pesé à sec), les proportions sont de 4 à 5 pourcent de ciment de type 3 Portland et 12% d'eau (+/- 6%). Prenez en compte le taux d'humidité du sol quand vous ajoutez l'eau. Le sol peut être de type SC2 ou SC3. Le SC2 est le plus facile à mélanger même si le deuxième peut être utilisé. Le mélange peut se faire directement sur le terrain en mettant une couche de remblai et en mettant une couche de ciment puis en mélangeant les deux. Le mélange peut se faire à la main, la taloche ou tout autre moyen approprié. Le mélange doit être étendu dans les deux heures.

Compression

Le remblai avec du ciment obtient une grande rigidité sans avoir besoin d'être compressé. Bien s'assurer que le remblai sous la canalisation est bien positionné et compacté. Un compacteur racleur est nécessaire pour compacter le remblai autour de la canalisation. Un seul passage de 300 mm de débattement est suffisant dans la plupart des conditions dans le cas d'un remblai inférieur à 2m. Vérifiez la déformation du tube pour vous assurer que la compression est correcte pour maintenir le tube. Si la déformation est supérieure à 2,5%, augmenter le taux de compression ou diminuer l'épaisseur du remblai jusqu'à ce que le ciment sèche sur deux jours. Si une épaisseur significative est nécessaire avant le séchage du ciment, une pression supérieure de compression est nécessaire pour éviter les déformations. Garder la déformation initiale à moins de 2,5%. Le taux de pression de compactage dépend de l'épaisseur, du débattement du compacteur et du type de sol utilisé pour le mélange.

Il est aussi recommandé d'utiliser du remblai stabilisé dans le périmètre immédiat des blocs de détente importants, des chambres de vannes et dans les zones de creusement large.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

app.

Annexe AWWA M 45

Annexe A		40
A.1	Etude des principes	40
A.2	Groupe de classification des sols.....	42
A.3	Module de contrainte des remblais	42
A.4	Largeur des tranchées	44
A.5	Pression négative	44
A.6	Limites d'enfouissement – minimum	45
A.7	Chargement sismique.....	45
A.8	Mouvement des remblais	46
Annexe B	Tables d'installation	46
Annexe C	Classifications et propriétés des sols	62
Annexe D	Classifications et propriétés des matériaux de comblement	63
Annexe E	Tests des sols pour aider à la classification.....	65
Annexe F	Compression du comblement	65
Annexe G	Définitions et terminologie	67
Annexe H	Indications de poids pour les tubes et vannes	68
Annexe I	Requêtes pour la lubrification des joints.....	69
Annexe J	Nettoyage des tubes FLOWTITE.....	69

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

app.

Annexe A Etude d'installation

La longue espérance de vie ainsi que les bonnes performances des tubes FLOWTITE est garantie par une manipulation et une installation correcte. Les tubes FLOWTITE sont flexibles et permettent au concepteur d'utiliser le lit et le remblai pour le consolider. Ensemble, la canalisation et les matériaux de soutient fournissent des performances prouvées à long terme.

Les deux méthodes les plus largement utilisées en ce qui concerne l'étude d'installation des tubes PRV sont basées sur les études de l'Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) d'Allemagne et l'Association des Professionnels de l'Eau Américaine (AWWA : American Water Works Association). Ces deux types d'installation ont été utilisés depuis des décennies. Cette annexe est basée sur l'approche AWWA.

A.1 Etude des principes

Un tuyau souple FLOWTITE s'ovalise lorsqu'il est soumis aux charges des remblais et des trafics de surface. Lors d'une ovalisation, l'augmentation du diamètre horizontal du tuyau va rencontrer une résistance de la part du sol pour s'opposer à cette déflexion. L'importance de l'ovalisation dépend de la granulométrie du remblai, du sol natif et de la largeur de la tranchée. L'ovalisation initiale du tuyau mesurée après le remblayage peut être considérée comme un bon indicateur de la qualité de l'installation.

Le scellement et les renforts du sol entourant la canalisation vont prolonger la durée de résistance à l'ovalisation du tuyau. La plus grande partie de l'ovalisation se fera durant la première ou la deuxième année d'installation. Ensuite, l'ovalisation se stabilisera.

L'ovalisation initiale ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau A-1. Les tuyaux installés en dehors de ces limites pourraient ne pas atteindre les performances escomptées.

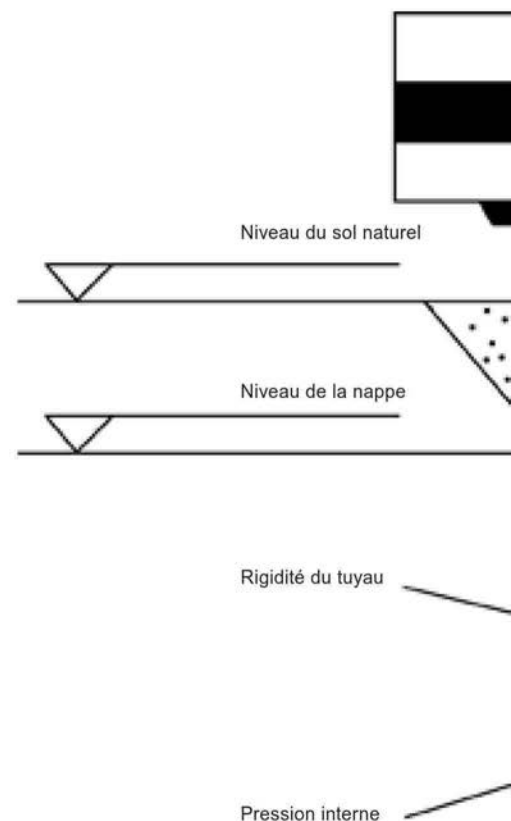
	Ovalisation % du diamètre
Large Diametre (DN ≥ 300)	3.0
Petit Diametre (DN ≤ 250)	2.5

Tableau A-1 Tolérance d'ovalisation verticale

Les types d'installations adéquates de tuyaux FLOWTITE varient selon les caractéristiques du sol, la profondeur de recouvrement, les conditions de charge et les matériaux de remblai. Le sol et les remblais doivent confiner le tuyau pour assurer un support efficace.

Le support du sol natif est défini en terme de contrainte ou de coefficient de mouvement du sol (M_s) au niveau du tuyau. Pour déterminer le coefficient d'un tuyau enterré, séparez le coefficient du sol natif (M_{sm}), et celui du remblai (M_{sr}), qui doivent être déterminés et calculés en fonction de la largeur de la tranchée.

Les paramètres les plus importants de l'étude sont indiqués dans le **figure A-1**. La nature du sol natif, la profondeur d'enfouissement, le niveau de la nappe d'eau, la charge et l'aspiration interne doivent être étudiés tout au long du plan d'installation de la canalisation. Sur ces informations, le remblai, la compaction, la largeur de la tranchée et l'épaisseur du tuyau peuvent être sélectionnée.



Les tableaux d'étude d'installation des canalisations indiquent les compactages minimums dans l'annexe B →. Les installations et les modes opératoires les plus communs sont traités. Les tableaux sont fournis pour une combinaison entre 1) le niveau de nappe d'eau, 2) le poids des trafic, 3) les dépressions d'aspiration interne et 4) la largeur des tranchées.

Les tableaux montrent les taux de compactage du remblai pour des profondeurs d'enfouissement diverses, pour toutes les combinaisons de matériaux de remblai, sol natif et épaisseur des canalisations. Toutes ces tables sont valables pour toutes les pressions de travail de la pression atmosphérique jusqu'à la pression nominale du tuyau.

L'ovalisation initiale prévue est inférieure à 2% pour la majorité des installations de l'annexe B. En conséquence, alors que l'ovalisation initiale du **tableau A-1** est acceptable pour les performances du tuyau, une valeur supérieure

indique que la qualité de l'installation n'a pas été atteinte et devra être améliorée pour l'installation du tuyau suivant (augmentation du niveau de compactage de la zone de la canalisation, remblai plus fin ou élargissement de la tranchée, etc...).

Les annexes de C à G donnent les informations à la fois sur le sol natif et les remblais.

- **Annexe C** – Classifications et propriétés des sols natifs.
- **Annexe D** – Classifications et propriétés des remblais.
- **Annexe E** – Tests des sols du chantier pour affiner la classification des sols natifs.
- **Annexe F** – Compression des remblais.
- **Annexe G** – Définitions et terminologie.

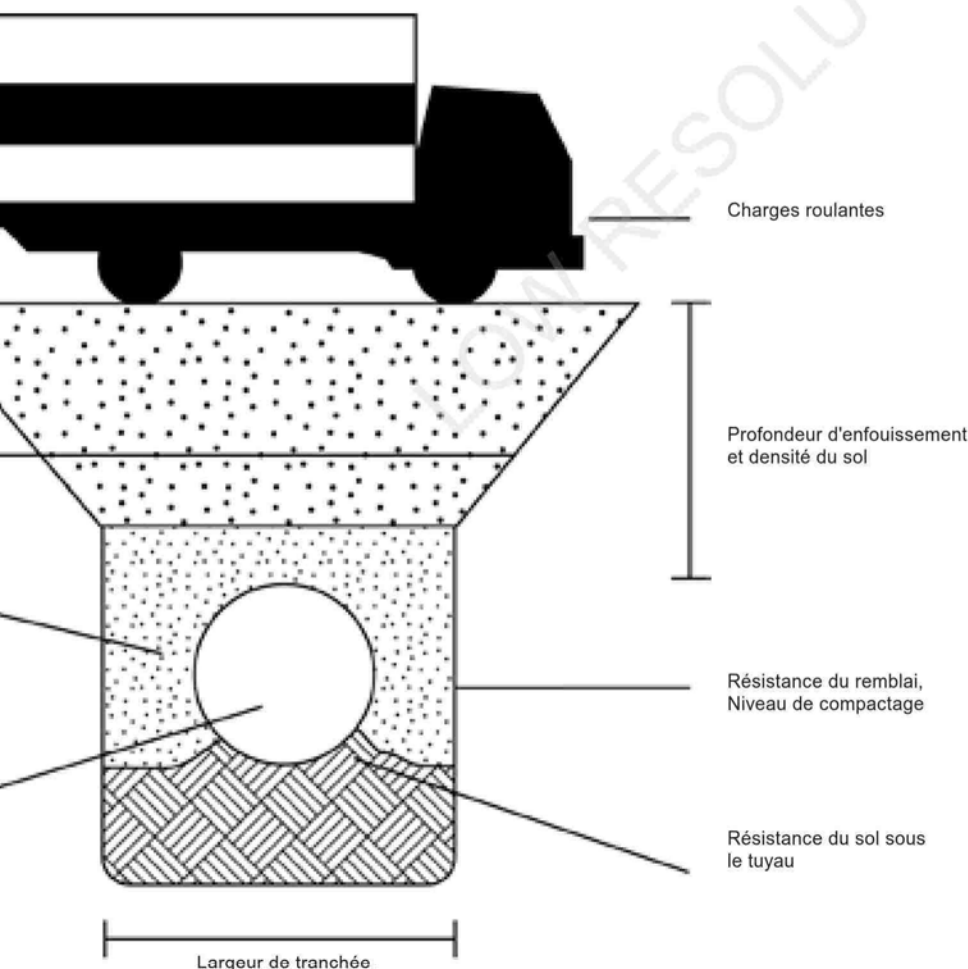


Figure A-1 Paramètres d'installation

A.2 Groupe de classification des sols

La stabilité du sol natif est définie en terme de contrainte ou une classification du sol adaptée selon un coefficient M_{sm} au niveau du tuyau. Pour l'étude d'installation de la canalisation, le sol natif est classifié en fonction de la granulométrie du remblai. Le **tableau A-2** décrit les classifications des principaux remblais. L'annexe C donne une définition détaillée des groupes de qualité des remblais →.

La nature du sol natif doit être contrôlée régulièrement et en particulier quand des changements sont constatés. Les propriétés les plus importantes sont celles constatées au fond de la tranchée et à hauteur de la canalisation. La fragilité ou la solidité du sol doit être considérée comme le critère le plus sévère des conditions d'installation sur le long terme. (En particulier, le niveau de la nappe d'eau doit être considéré à son maximum).

A.3 Module de contrainte M_{sr} des remblais

La mesure du niveau de résistance du remblai est exprimée en une contrainte de coefficient M_{sr} exprimé en M_{pa} . Pour l'étude d'installation, la classification des remblais est définie en quatre catégories : SC1, SC2, SC3 et SC4.

Une brève description des qualités de remblais est donnée dans le **tableau A-3**.

Pour toute catégorie de remblais donnée, le niveau de compactage le plus haut induit le coefficient le plus fort et le soutien le plus fort. En conséquence, le coefficient augmente aussi avec la compression verticale du sol et avec la profondeur d'enfouissement.

Les **tableaux A-4 à A-7** donnent les valeurs de coefficient M_{sr} pour les remblais de catégories SC1, SC2, SC3 et SC4 comme un pourcentage de la densité PROCTOR standard (SPD) et la compression verticale. Ces valeurs sont valables pour des canalisations qui sont installées au dessus du niveau de la nappe d'eau. Pour ces tuyaux, le coefficient de contrainte du sol est réduit à celui d'une catégorie de remblai et de compactage inférieure comme indiqué entre parenthèses. Le niveau de pression verticale est la pression réelle du sol au niveau de l'axe du tuyau. Il est calculé comme le produit du coefficient de résistance du sol par la profondeur de la canalisation. Une pondération peut être utilisée pour les canalisations en dessous du niveau de la nappe d'eau.

Pour la description des qualités de remblais, voir l'annexe D →.

Groupe de sol	Non cohesif		Cohesif		Module M_{sn}
	Nombrecoup ¹	Description	q_u kPa	Description	
1	> 15	Dense	> 200	Très dur	34.50
2	8 - 15	légèrement dense	100 - 200	dur	20.70
3	4 - 8	Mou	50 - 100	Moyen	10.30
4	2 - 4		25 - 50	Souple	4.80
5	1 - 2	Très mou	13 - 25	Très souple	1.40
6	0 - 1	très très mou	0 - 13	Très très souple	0.34

¹ Test de pénétration standard ASTM D1586

Tableau A-2 : Groupe de sols natifs, table des valeurs des coefficients M_{sm} .

Catégorie de remblai	Description des remblais
SC1	Rocher concassé avec < 15% sable, maximum 25% passant dans un tamis de 9.5 mm et maximum 5% de fines ²).
SC2	Grave: SW, SP ¹), GW, GP ou tout sol possédant l'un de ces symboles avec 12% ou moins de fines ²).
SC3	Grave avec fines: GM, GC, SM, SC ou tout sol possédant l'un de ces symboles avec 12% or plus de fines ²). sol sablonneux: CL, ML, (or CL-ML, CL/ML, ML/CL) avec 30% ou plus retenu dans un tamis n°200
SC4	Sol à grain fin: CL, ML, (or CL-ML, CL/ML, ML/CL) avec 30% or moins retenu dans un tamis n°200

Note: Les symboles dans ce tableau sont en accord avec le classement "Unified Soil Classification Designation, ASTM D2487"

1) Sable fin uniforme, SP, avec plus de 50% passant dans un tamis n°100 (0.15 mm) est très sensible à l'humidité et n'est pas recommandé en remblai

2) % fines c'est le % massique de particules qui passe dans un tamis n°200 avec une ouverture de 0.076 mm

Tableau A-3 : Classification des types de remblais.

Enfouissement (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compaction, % maximum OPN	
		Compacté	Dammé
m	kPa	MPa	MPa
0.4	6.9	16.2	13.8
1.8	34.5	23.8	17.9
3.7	69.0	29.0	20.7
7.3	138.0	37.9	23.8
14.6	276.0	51.7	29.3
22.0	414.0	64.1	34.5

Tableau A-4 : M_{SR} pour la catégorie de remblais SC1

Enfouissement (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compaction, % maximum OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	16.2	13.8	8.8 (7.5)	3.2 (2.4)
1.8	34.5	23.8	17.9	10.3 (8.8)	3.6 (2.7)
3.7	69.0	29.0	20.7	11.2 (9.5)	3.9 (2.9)
7.3	138.0	37.9	23.8	12.4 (10.5)	4.5 (3.4)
14.6	276.0	51.7	29.3	14.5 (12.3)	5.7 (4.3)
22.0	414.0	64.1	34.5	17.2 (14.6)	6.9 (5.2)

Tableau A-5 : M_{SR} pour la catégorie de remblais SC2 (les valeurs réduites pour les tranchées inondables est entre parenthèses)

Enfouissement (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compaction, % maximum OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	-	9.8 (4.9)	4.6 (2.3)	2.5 (1.3)
1.8	34.5	-	11.5 (5.8)	5.1 (2.6)	2.7 (1.4)
3.7	69.0	-	12.2 (6.1)	5.2 (2.6)	2.8 (1.4)
7.3	138.0	-	13.0 (6.5)	5.4 (2.7)	3.0 (1.5)
14.6	276.0	-	14.4 (7.2)	6.2 (3.1)	3.5 (1.8)
22.0	414.0	-	15.9 (8.0)	7.1 (3.6)	4.1 (2.1)

Tableau A-6 : M_{SR} pour la catégorie de remblais SC3 (les valeurs réduites pour les tranchées inondables sont entre parenthèses)

Enfouissement (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compaction, % maximum OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	-	3.7 (1.11)	1.8 (0.54)	0.9 (0.27)
1.8	34.5	-	4.3 (1.29)	2.2 (0.66)	1.2 (0.36)
3.7	69.0	-	4.8 (1.44)	2.5 (0.75)	1.4 (0.42)
7.3	138.0	-	5.1 (1.53)	2.7 (0.81)	1.6 (0.48)
14.6	276.0	-	5.6 (1.68)	3.2 (0.96)	2.0 (0.60)
22.0	414.0	-	6.2 (1.86)	3.6 (1.08)	2.4 (0.72)

Tableau A-7 : M_{SR} pour la catégorie de remblais SC4 (les valeurs réduites pour les tranchées inondables sont entre parenthèses)

Note: Les valeurs intermédiaires du coefficient M_{SR} non données dans ces tableaux peuvent être extrapolées.

Note: Le pourcentage maximum de la densité PROCTOR standard donne la densité d'un sol sec comme un pourcentage du maximum de densité en accord avec ASTM D 698.

A.4 Largeur des tranchées

La résistance du support de l'installation de la canalisation, exprimée comme un coefficient de contrainte de sol M_{sr} , dépend du coefficient de contrainte du sol natif et du remblai, M_{sm} et M_{sr} , aussi bien que de la largeur de la tranchée.

Pour des installations sur des sols natifs meubles, quand M_{sm} est inférieur à M_{sr} , le coefficient combiné sera inférieur au coefficient de remblai M_{sr} . Cette contrainte est moins prononcée pour des tranchées larges et peut être négligeable pour des tranchées cinq fois plus large que le diamètre du tuyau au niveau d'enfouissement de la canalisation. Ceci indique qu'une tranchée plus large produit un meilleur support.

Pour une installation dans un sol ferme où M_{sm} est supérieur à M_{sr} , le coefficient composé est supérieur au coefficient du remblai M_{sr} . Cette contrainte sera moins prononcée pour une tranchée large et donc procurera une soutien plus faible.

La tranchée doit toujours être suffisamment large pour donner de l'espace pour le positionnement de la canalisation, le remblai et le compactage nécessaire aux hanches du tuyau. Elle doit être aussi suffisante pour permettre les opérations de compactage sans endommager le tuyau.

A.5 Pression négative

Dans le but de fournir un support stable au niveau du sol, une profondeur minimum de positionnement de la canalisation de 1.0 mètre est recommandée pour les pressions négatives (aspirations). En effet la dépression est en excès de 0,25 bar pour les tuyaux SN2500 et de 0,5 bar pour les tuyaux SN5000.

Le niveau maximum de dépression dans le tuyau est fonction de l'enfouissement, du sol natif, du tuyau et de la qualité du remblai, au même titre que la largeur de la tranchée. Voir l'annexe B → pour le conseil de compactage du remblai dans le cas de dépression dans le tuyau.

Sections de tuyau apparentes

Quelques sections d'une canalisation enterrée peuvent ne pas être supportées par le sol comme des vannes ou des chambres. Comme le support ne participe pas à la stabilisation de la canalisation, il faut évaluer la capacité du tuyau de façon particulière. Le tableau A-8 donne les dépressions maximums tolérables pour des longueurs entre deux fixations de 3, 6 et 12 mètres.

DN mm	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
100	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
150	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
200	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
250	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
300	0.28	0.25	0.25	0.53	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
350	0.30	0.25	0.25	0.55	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
400	0.32	0.25	0.25	0.58	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
450	0.32	0.26	0.25	0.61	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
500	0.39	0.26	0.25	0.66	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
600	0.48	0.27	0.25	0.78	0.52	0.50	1.00	1.00	1.00
700	0.66	0.28	0.25	1.00	0.54	0.50	1.00	1.00	1.00
800	0.74	0.30	0.25	1.00	0.56	0.50	1.00	1.00	1.00
900	0.77	0.32	0.25	1.00	0.59	0.50	1.00	1.00	1.00
1000	0.82	0.36	0.26	1.00	0.64	0.51	1.00	1.00	1.00
1200	0.95	0.46	0.26	1.00	0.77	0.52	1.00	1.00	1.00
1400	1.00	0.62	0.28	1.00	0.98	0.53	1.00	1.00	1.00
1600	1.00	0.73	0.29	1.00	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00
1800	1.00	0.77	0.32	1.00	1.00	0.59	1.00	1.00	1.00
2000	1.00	0.81	0.35	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
2400	1.00	0.94	0.45	1.00	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00

Tableau A-8 : Dépressions négatives (bar) maximums tolérables pour des sections apparentes entre deux fixations de 3m / 6m / 12m.

A.6 Limites d'enfouissement – minimum

Généralités

La profondeur minimum recommandée pour l'enfouissement des canalisations, avec des pressions de travail de 10 bars, ou moins, est de 0,5 mètre, en acceptant que les tuyaux soient joints sans ovalisation verticale. Pour les chantiers comprenant des conditions particulières de charges dues au trafic, de dépressions, de hautes pressions, du niveau d'eau élevé ou du risque d'inondation, voir les recommandations dans les sections suivantes.

Charges de circulation en surface

Dans le cas où les tuyaux sont enterrés sous une route, où un trafic continu est envisagé, le remblai doit être compacté jusqu'au niveau indiqué. Consultez les codes ou pratiques de construction pour les routes locales. Le minimum de niveau d'enfouissement peut-être réduit avec des installations spécifiques comme un scellement de béton, une chape bétonnée, un encastrement, etc...

Le tableau d'installation de l'annexe B est basé sur une charge AAHTO HS20. De manière générale, une profondeur de 1.0 mètre est recommandée en utilisant un remblai constitué de granulat bien compacté.

Le **tableau A-9** montre le minimum de profondeur pour les autres trafics.

Charges roulantes	Charges (kN)	Couverture minimale (mètres)
ATV LKW 12	40	0.6
ATV SLW 30	50	0.6
AASHTO HS20	72	0.8
AASHTO HS25	90	1.0
BS153 HA	90	1.0
ATV SLW 60	100	1.0
MOC	160	1.5
Cooper E80 Railroad Engine		3.0

Tableau A-9 : Profondeur minimum de couverture pour des charges de trafic de condition standard.

Charge de trafic pour construction

Dans certains cas extrêmes, des équipements de manutention de chantier ou des grues de construction peuvent être présentes sur ou près du tuyau. Ce type d'équipement peut déclencher une pression forte localisée.

Cette éventualité doit être étudiée au cas par cas pour définir la procédure et les limites.

Dépressurisation

Une profondeur minimum de 1,0 mètre doit être prévue pour les dépressions de 0,25 bars pour les tuyaux SN2500, et de 0,5 bar pour les tuyaux SN5000.

Hautes pressions

Les hautes pressions demandent de prendre en compte les forces verticales (du bas vers le haut) aux joints, durant le chantier ou durant les tests hydrauliques.

Pour les pressions supérieures à 16 bars, la profondeur doit être au minimum de 1,2 mètres pour les tuyaux de DN 300mm et plus et au minimum de 0,80 mètres pour les tuyaux de moins de 300mm.

Durant le test hydraulique à des pressions en dessous de 16 bars, les joints devront être recouverts au moins jusqu'à la génératrice supérieur. Durant les tests hydrauliques de pression, à 16 bars ou plus, pour des tuyaux alignés, remblayez au dessus de la génératrice supérieur du joint avant de procéder au test. Pour des tuyaux installés avec un angle d'ovalisation, les tuyaux et les joints doivent être remblayés complètement avant de procéder au test.

Haut niveau de la nappe d'eau

Au minimum une hauteur de couverture de 0.75 fois le diamètre du tuyau doit être mis en place (remblai sec de densité de 19 kN/m³) pour éviter au tuyau vide de flotter une fois submergé.

Une autre solution consiste à ancrer le tuyau. Si l'ancrage est proposé, les straps de fixation doivent être utilisés, et doivent être plats, d'un minimum de 25mm de large, placés au maximum à 4 mètres d'intervalle. Consultez le constructeur pour connaître les détails sur l'ancrage et le minimum de remblai nécessaire avec ces fixations.

Limite de gel

Le minimum de hauteur de remblai pour les tubes FLOWTITE doit être tel que le tuyau doit être en dessous de la limite maximum de gel. Consultez les références locales pour la construction ou demander au fournisseur des tuyaux les obligations techniques lors d'une installation dans la zone de gel.

A.7 Chargement sismique

Du fait de leur flexibilité, les tubes FLOWTITE ont prouvés leur tenue excellente dans des conditions de tremblement de terre. L'analyse de la structure du tuyau dans ces conditions dépend du site, des magnitudes locales, des caractéristiques du sol et de la probabilité de ces événements. Consultez votre fournisseur pour l'étude et l'analyse spécifique.

A.8 Mouvement des remblais

Quand un sol granuleux est adjacent à un sol d'une texture plus fine, il y a une migration des particules fines sous l'action de mouvements hydrauliques du sol. Des mouvements d'eau significatifs peuvent intervenir durant la construction de la tranchée, quand il est procédé au pompage, ou après la construction, quand un drainage des matériaux de soutien est fait. Ces mouvements d'eau sont dus à la perméabilité du sol ou à des montées de niveau de la nappe d'eau. L'expérience sur site nous indique que les conséquences sont une perte du soutien du tuyau et une augmentation de l'ovalisation.

La granulométrie et la nature relative du sol et du remblai doivent être compatibles pour limiter l'effet de migration. De manière générale, quand des flux d'eau significatifs sont suspectés, il faut éviter de placer des matériaux de catégorie SC1, en dessous ou à côté de matériaux plus fins sans dispositif de limitation de la migration. Il faut étudier la mise en place d'un filtre ou d'un géo-textile tout au long de la zone à risque.

Les critères de gradation suivants peuvent être suivis pour limiter la migration des éléments fins :

- $D_{15}/d_{85} < 5$ lorsque D_{15} est le tamis qui laisse passer 15% du poids du remblai le plus gros et d_{85} le tamis qui laisse passer 85% du poids du remblai le plus fin.
- $D_{50}/d_{50} < 25$ lorsque D_{50} est le tamis qui laisse passer 50% du poids du remblai le plus gros et d_{50} le tamis qui laisse passer 50% du poids du remblai le plus fin. Ce critère doit s'appliquer pour le remblai (voir ASTM D 2487).

Si le matériau le plus fin est une argile moyenne à haute (CL à CH), alors les critères suivants doivent être utilisés à la place du critère D_{15}/d_{85} : $D_{15} < 0,5\text{mm}$ où D_{15} est la finesse du tamis qui laisse passer 15% du poids du matériau le plus gros.

Le critère précédent peut devoir être changé si l'un des matériaux est d'un niveau différent. Les matériaux d'usage choisis par les critères de tamis doivent être positionnés et manipulés pour limiter les séparations.

Quand des matériaux incompatibles sont utilisés, ils doivent être séparés par un géotextile étudié pour résister la même durée de vie que le tuyau et pour éviter les drainages et les transferts. Le géotextile doit entourer complètement le lit du tuyau et la zone de remblai et doit être rabattue sur la zone du tuyau pour éviter les mélanges entre le remblai et les matériaux extérieurs.

Annexe B Tables d'installation

Les tableaux d'études des installations des canalisations qui montrent les minimums de compactage des remblais sont donnés dans cette annexe. La compression minimum est donnée à des profondeurs différentes pour toutes les combinaisons usuelles de remblais de catégories différentes, finesse de la nature du sol d'origine et des dimensions de tuyau. Les tranchées standards, $B_d/D=1,8$ et larges, $B_d/D=3$, sont étudiées. Les tableaux sont fournis pour une combinaison de 1) niveau d'eau du sol, 2) charge de trafic et 3) aspiration interne. Toutes les tables sont valides pour une pression de travail comprise entre la pression atmosphérique et la pression nominale du tuyau.

Le compactage minimum du remblai est exprimé comme un pourcentage standard de la densité Proctor pour des remblais de catégories SC2, SC3 et SC4. Pour des graviers ou du concassé comme les remblais SC1, le minimum de compactage est exprimé soit en tassé, D , ou compacté, C . Il faut remarquer que le remblai SC1 doit être travaillé dans la zone de soutien du tuyau dans des conditions où le compactage n'est pas nécessaire.

Les valeurs recommandées de compactage doivent être considérées comme des valeurs minimales et les densités de remblai égales voire supérieures à la valeur requise. Il faut inclure les variations de saison pour finaliser l'étude du taux d'humidité du site et des remblais. Les tableaux de compactage du remblai sont calculés suivant l'approche courante de l'AWWA en considérant que le sol et les propriétés du lit sont les suivantes :

- Le taux de déflexion, $DL=1,5$
- Surcharge par le poids du remblai sec, $gs, sec=18,8\text{kN/m}^3$
- Surcharge par le poids du remblai mouillé, $gs, mouillé=11,5\text{kN/m}^3$
- Coefficient du lit du tuyau (dans le cas d'un enfouissement direct)

Les valeurs de compactage des remblais ont été calculées pour les chargements et conditions d'installation listées dans **les tableaux B-1, B-2 et B-3**.

Le tableau B-1 montre les associations calculées pour des tuyaux de diamètre large, $DN \geq 300\text{mm}$, installés avec des remblais de configuration de Type 1, voir **figure 3-4**.

- ! Note:** pour des installations où il y aurait des trafics lourds et des pressions négatives internes importantes, utiliser les recommandations de compactage les plus importantes des **tableaux B-5 et B-6** pour des installations avec le niveau de l'eau sous le tuyau et les plus importantes des tableaux B-8 et B-9 pour des installations avec le niveau de l'eau au dessus du tuyau.

Charges roulantes	Pression interne	Niveau de nappe	Largeur de tranchée	Tableau d'installation
AASHTO	bar		B _d /D	
0	0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-4
HS 20	0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-5
0	1	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-6
0	0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-7
HS 20	0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-8
0	1	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-9

Tableau B-1 Combinaisons de charges dans le cas d'une installation Type 1 DN ≥ 300 mm

Tableau B-2 montre les combinaisons calculées pour les diamètres DN ≤ 250 mm installés dans des conditions de Type 1, voir **figure 3-4**.

Charges roulantes	Pression interne	Niveau de nappe	Largeur de tranchée	Tableau d'installation
AASHTO	bar		B _d /D	
0	0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-10
HS 20	0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-10
0	1	Sous tuyau	1.8 et 3.0	Tableau B-10
0	0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-11
HS 20	0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-11
0	1	Terrain naturel	1.8 et 3.0	Tableau B-11

Tableau B-2 Combinaison de charges dans le cas d'une installation Type DN ≤ 250 mm

Note: Pour les installations dans lesquelles il y a à la fois la présence de charges roulantes et de dépression, il faut utiliser le niveau de compactage le plus élevé.

Tableau B-3 montre les combinaisons de charges calculées pour des diamètres DN ≥ 300 mm, installés avec un remblai de Type 2, voir **figure 3-5**.

Dépression Intérieure	Nappe Phréatique	Largeur de tranchée	Remblai sous tuyau 0.6xDN	Remblai supérieur 0.6xDN		tableau d'installation
bar		B _d /D	Category	Category	% SPD	
0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-12
0	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	90	Tableau B-12
0.5	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-13
0.5	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	90	Tableau B-13
1	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-14
1	Sous tuyau	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	90	Tableau B-14
0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-15
0	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	95	Tableau B-15
0.5	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-16
0.5	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	95	Tableau B-16
1	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC3	85	Tableau B-17
1	Terrain naturel	1.8 et 3.0	SC1, SC2	SC4	95	Tableau B-17

Tableau B-3 Charges combinées pour installation de Type 2 de tuyau de DN ≥ 300 mm

Pour les autres installations et/ou conditions de fonctionnement, consultez les documents d'installation AWWA et ATV.

Type 1 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Pas de dépression – Nappe phréatique sous tuyau																										
Remblai	Rigidité	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												≤ Sol naturel		
		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4					
Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000			
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 1	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	90	90		
8.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	90	90	90	90	90	90		95	95	95		
12.0		D	D	D	90	90	85						95	D	D	D	90	90	90	95	95	95						
20.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90		95							
30.0		C	C	C	95	95	95							C	C	C	95	95	95									
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 2	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	90	90		
8.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	90	90	90	95	90	90			95	95		
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	90				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
20.0		C	D	D	95	90	90			95				C	C	C	95	95	95									
30.0		C	C	C	100	100	100							C	C	C	95	95	95									
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 3	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	95		
8.0		D	D	D	90	90	85	90	90	85	95	95	95	D	D	D	90	90	90	95	95	95						
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
20.0		C	C	C	100	100	100							C	C	C	95	95	95									
30.0		C	C	C										C	C	C	100	95	95									
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 4	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	90	D	D	D	90	85	85	85	90	85	85	95	95	95		
8.0		C	D	D	95	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
12.0		C	C	C	100	100	95							D	D	D	90	90	90	95	95	95						
20.0														C	C	C	95	95	95									
30.0														C	C	C	100	100	100									
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 5	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		D	D	D	90	90	85	95	90	85			95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	90		
5.0		C	C	D	95	95	90			95				D	D	D	90	90	85	95	90	85			95	95		
8.0		C	C	C	100	100	100							D	D	D	90	90	90	95	95	95						
12.0														C	C	C	95	95	95									
20.0														C	C	C	95	95	95									
30.0														C	C	C	100	100	100									
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90	Groupe 6	
1.5		D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
2.0		D	D	D	90	90	85	95	90	85			90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90		
3.0		C	C	D	95	95	90			95				D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	90	90		
5.0				C			100							D	D	D	90	90	90	95	95	95						
8.0														C	D	D	95	90	90		95	95						
12.0														C	C	C	95	95	95									
20.0														C	C	C	100	100	100									
30.0															C	C												

Tableau B-4 Installation Type 1, DN ≥ 300. Nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 1 DN ≥ 300		Charges roulantes type AASHTO HS 20 – Pas de dépression – Nappe phréatique sous tuyau																								
		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												
Remblai		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4			
Rigidité																										
Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	<= Sol naturel
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				Groupe 1
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
8.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	90	90	90	90				
12.0		D	D	D	90	90	85	90	90	85				D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90			95				
30.0		C	C	C	95	95	95							C	C	C	95	95	95							
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				Groupe 2
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
8.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	90	95	90	90				
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	90				D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0		C	D	D	95	90	90			95				C	C	C	95	95	95							
30.0		C	C	C	100	100	100							C	C	C	95	95	95							
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				Groupe 3
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
8.0		D	D	D	90	90	85	90	90	85				D	D	D	90	90	90	95	95	95				
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0		C	C	C	100	100	100							C	C	C	95	95	95							
30.0		C	C	C										C	C	C										
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				Groupe 4
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
5.0		D	D	D	90	85	85	90	85	85				D	D	D	90	85	85	90	85	85				
8.0		C	D	D	95	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95				
12.0		C	C	C	100	100	95							D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0														C	C	C	95	95	95							
30.0														C	C	C	100	100	100							
1.0		D	D	D	90	85	85	95	90	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				Groupe 5
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		D	D	D	90	90	85	95	95	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
5.0		C	C	D	95	95	90			95				D	D	D	90	90	90	95	90	90				
8.0		C	C	C	100	100	100							D	D	D	90	90	90	95	95	95				
12.0														C	C	C	95	95	95							
20.0														C	C	C	95	95	95							
30.0														C	C	C	100	100	100							
1.0		C	D	D	95	90	90			95				D	D	D	85	85	85	90	90	85				Groupe 6
1.5		D	D	D	90	90	85	95	95	90				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
2.0		C	D	D	95	90	90			95				D	D	D	85	85	85	85	85	85				
3.0		C	C	D	95	95	90			95				D	D	D	90	85	85	90	90	85				
5.0				C			100							D	D	D	90	90	90	95	95	95				
8.0														C	C	D	95	95	90		95	95				
12.0														C	C	C	95	95	95							
20.0														C	C	C	100	100	100							
30.0															C	C										

Tableau B-5 Installation Type 1, DN ≥ 300. Charges roulantes– nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remblai, % SOPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 1 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -1b – Nappe phréatique sous tuyau																										
Remblai	Rigidité Prof d'instal, m	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												<= Sol naturel		
		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4					
		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000			
Groupe 1	1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	Groupe 1		
	1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	90			
	5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	90			
	8.0	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	95	D	D	D	90	90	90	95	90	90		95	95			
	12.0	D	D	D	90	90	85	95	90	85			95	D	D	D	90	90	90	95	95	95						
Groupe 2	20.0	C	D	D	95	90	90		95	95				C	D	D	95	90	90			95						
	30.0	C	C	C	100	95	95							C	C	C	100	95	95									
	1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	90			
	5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	D	D	D	90	85	85	90	85	85		95	90			
Groupe 3	8.0	D	D	D	90	85	85	90	85	85		95	95	D	D	D	90	90	90	95	90	90			95			
	12.0	D	D	D	90	90	90	95	95	90				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
	20.0	C	D	D	95	90	90		95	95				C	D	D	95	90	90		95	95						
	30.0		C	C		100	100							C	C	C	95	95	95									
	1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
	2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90			
Groupe 4	3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	90			
	5.0	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	90	D	D	D	90	85	85	95	85	85		95	95			
	8.0	C	D	D	95	90	90		95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
	12.0		C	C		100	95							C	D	D	95	90	90		95	95						
	20.0													C	C	C	100	95	95									
	30.0														C	C		100	100									
	Groupe 5	1.0	D	D	D	90	90	85	95	90	85		90	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	90			
1.5		C	D	D	95	90	85	95	95	85		95	D	D	D	90	85	85	90	85	85		95	90				
2.0		C	D	D	95	90	85		95	85		95	D	D	D	90	85	85	90	85	85		95	90				
3.0		C	D	D	95	90	90		95	90			D	D	D	90	90	85	95	90	85		95	95				
5.0		C	C	D	100	95	90			95			D	D	D	90	90	85	95	95	85			95				
8.0			C	C		100	100						C	D	D	95	90	90		95	95							
12.0													C	C	C	95	95	95										
Groupe 6	20.0												C	C	C	100	95	95										
	30.0													C	C	C	100	100	100									
	1.0		C	D		95	90			95			D	D	D	90	90	85	95	90	85		95	95				
	1.5		C	D		95	90			95			D	D	D	90	90	85	95	90	85		95	95				
	2.0		C	C		95	95			95			D	D	D	90	90	85	95	90	85			95				
	3.0		C	C		100	95						D	D	D	90	90	85	95	95	85			95				
	5.0			C			100						C	D	D	95	90	90	95	95	95							
Groupe 6	8.0												C	D	D	95	90	90		95	95							
	12.0												C	C	C	100	95	95										
	20.0												C	C	C	100	100	100										
	30.0													C			100											

Tableau B-6 Installation Type 1, DN ≥ 300. Dépression de 1.0 bar, Nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé C = Compacté)

Type 1 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Pas de dépression – Nappe phréatique affleurante au terrain naturel																									
Remblai	Rigidité	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												<= Sol naturel	
		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4				
Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000		
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 1	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85			95		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95					
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90								
20.0		C	D	D	95	90	90							C	C	C	95	95	95								
30.0		C	C	C	100	95	95							C	C	C	100	95	95								
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 2	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85			95		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95					
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90								
20.0		C	C	C	95	95	95							C	C	C	95	95	95								
30.0			C	C	100	100								C	C	C	100	95	95								
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 3	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85			95		
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90		95						
12.0		D	D	D	95	90	90							D	D	D	95	90	90								
20.0			C	C	100	100								C	C	C	95	95	95								
30.0														C	C	C	100	100	100								
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 4	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85			95		
5.0		D	D	D	90	90	85	95	95	85				D	D	D	90	90	90	95	95	95					
8.0		C	D	D	95	95	90							D	D	D	90	90	90		95						
12.0		C	C	C	100	100	100							C	D	D	95	95	95								
20.0														C	C	C	100	95	95								
30.0															C	C		100	100								
1.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 5	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95		
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95		
3.0		D	D	D	90	90	85	95	95	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85					
5.0		C	C	D	95	95	95							D	D	D	90	90	90	95	95	95					
8.0				C			100							D	D	D	95	90	90								
12.0														C	C	C	95	95	95								
20.0														C	C	C	100	100	100								
30.0															C	C		100	100								
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85		95	95	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	Groupe 6	
1.5		D	D	D	90	85	85	95	85	85			95	D	D	D	85	85	85	85	85	85		95	95		
2.0		D	D	D	90	90	85		95	85			95	D	D	D	85	85	85	85	85	85			95		
3.0		C	C	D	95	95	90							D	D	D	90	90	85	95	95	85					
5.0				C			100							D	D	D	90	90	90		95						
8.0														C	C	D	95	95	95								
12.0														C	C	C	95	95	95								
20.0															C	C		100	100								
30.0																C	C		100	100							

Type 1 DN ≥ 300		Charges roulantes type AASHTO HS 520 – Pas de dépression – Nappe phréatique affleurante au terrain																										
Remblai	Rigidité Prof d'instal, m	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0													<= Sol naturel	
		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4					
		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000			
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85				D	D	D	85	85	85	90	90	85					Groupe 1	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85						
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90									Groupe 2
20.0		C	D	D	95	90	90				C	C	C	95	95	95												
30.0		C	C	C	100	95	95				C	C	C	100	95	95												
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85				D	D	D	85	85	85	90	90	85					Groupe 3	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85						
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95						
12.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90									
20.0		C	C	C	95	95	95				C	C	C	95	95	95												
30.0			C	C		100	100				C	C	C	100	95	95												
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85				D	D	D	85	85	85	90	90	85					Groupe 4	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
3.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
5.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85						
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90			95						
12.0		D	D	D	95	95	90				D	D	D	95	90	90												
20.0			C	C		100	100				C	C	C	95	95	95												
30.0												C	C		100	100												
1.0		D	D	D	90	85	85		95	90				D	D	D	85	85	85	95	90	90					Groupe 5	
1.5		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
2.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	85	85	85	85	85	85						
3.0		D	D	D	90	90	85		95	85				D	D	D	90	85	85	95	85	85						
5.0		C	C	D	95	95	95				D	D	D	90	90	90	95	95	95									
8.0				C			100				D	D	D	95	90	90												
12.0											C	C	C	95	95	95												
20.0											C	C	C	100	100	100												
30.0												C	C		100	100												
1.0		C	D	D	95	95	90				D	D	D	90	90	85	95	95	90									Groupe 6
1.5		C	D	D	95	90	90		95					D	D	D	90	85	85	95	85	85						
2.0		C	D	D	95	95	90		95					D	D	D	90	85	85	95	95	85						
3.0		C	C	D	95	95	95				D	D	D	90	90	85	95	95	85									
5.0				C			100				D	D	D	90	90	90			95									
8.0											C	C	D	95	95	95												
12.0											C	C	C	95	95	95												
20.0												C	C		100	100												
30.0													C	C			100											

Tableau B-8 Installation Type 1, DN ≥ 300. Charges roulantes – Nappes phréatique affleurante au terrain
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 1 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -1.0b – Nappe phréatique affleurante au terrain																									
Remblai	Rigidité	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0													<= Sol naturel
		SC1			SC2			SC3			SC4			SC1			SC2			SC3			SC4				
Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000		
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	90	85				Groupe 1	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
3.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
5.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
8.0		D	D	D	90	90	90	95	95	95				D	D	D	90	90	90		95	95					
12.0		D	D	D	90	90	90		95	95				C	D	D	95	90	90								
20.0		C	C	D	100	95	90							C	C	C	100	95	95								
30.0			C	C		100	95							C	C	C	100	100	95								
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	90	85				Groupe 2	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
3.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
5.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
8.0		D	D	D	90	90	90		95	95				D	D	D	95	90	90			95					
12.0		C	D	D	95	90	90			95				C	D	D	95	95	90								
20.0			C	C		95	95							C	C	C	100	95	95								
30.0				C		100									C	C		100	95								
1.0		D	D	D	85	85	85	90	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	90	85				Groupe 3	
1.5		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
2.0		D	D	D	85	85	85	85	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
3.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
5.0		D	D	D	90	90	85	95	85	85				D	D	D	90	90	90		95	95					
8.0		D	D	D	95	90	90		95	95				D	D	D	95	90	90			95					
12.0		C	C	D	100	95	90							C	D	D	95	95	90								
20.0				C			100							C	C	C	100	95	95								
30.0															C	C		100	100								
1.0		D	D	D	85	85	85	95	90	85			95	D	D	D	90	85	85	95	90	90				Groupe 4	
1.5		D	D	D	90	85	85	95	85	85			95	D	D	D	90	85	85	95	85	85					
2.0		D	D	D	90	85	85	95	85	85			95	D	D	D	90	90	85	95	95	85					
3.0		D	D	D	90	90	85	95	95	85				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
5.0		C	D	D	95	90	90		95	95				D	D	D	90	90	90		95	95					
8.0			C	D		95	90							C	D	D	95	90	90			95					
12.0			C	C		100	100							C	C	D	95	95	95								
20.0														C	C	C	100	100	95								
30.0															C	C		100	100								
1.0		C	D	D	95	90	85		95	90				D	D	D	90	90	85	95	95	90				Groupe 5	
1.5		C	D	D	95	90	90			95				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
2.0		C	D	D	95	90	90			95				D	D	D	90	90	85	95	95	85					
3.0		C	C	D	100	95	90							D	D	D	90	90	90		95	95					
5.0			C	C		100	95							D	D	D	95	90	90			95					
8.0				C			100							C	D	D	95	95	90								
12.0														C	C	C	100	95	95								
20.0															C	C		100	100								
30.0																C			100								
1.0			C	D		95	95							D	D	D	90	90	85		95	95				Groupe 6	
1.5			C	C		100	95							D	D	D	90	90	90		95	95					
2.0			C	C		100	95							D	D	D	90	90	90		95	95					
3.0				C			95							D	D	D	95	90	90			95					
5.0														C	D	D	95	90	90								
8.0														C	C	D	100	95	95								
12.0														C	C	C	100	100	95								
20.0																C			100								
30.0																											

Tableau B-9 Installation Type 1, DN ≥ 300. Dépression de -1.0b– Nappe phréatique affleurante au terrain
 Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 1 DN ≤ 250	Pas de charges roulantes Pas de dépression Nappe sous tuyau								Charges roulantes AASHTO HS 20 Pas de dépression Nappe sous tuyau								Pas de charges roulantes Dépression de -1.0b Nappe sous tuyau							
Tranchée	Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0				Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0				Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0			
Remblai	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rigidité	10000				10000				10000				10000				10000				10000			
Prof d'instal, m	10000				10000				10000				10000				10000				10000			
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
2.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
3.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
5.0	D	85	85	90	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	95
8.0	D	85	85	95	D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85	95	D	90	95	
12.0	D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95	
20.0	D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95		
30.0	C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			C	95		
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
2.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
3.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
5.0	D	85	85	90	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	95
8.0	D	85	85	95	D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85	95	D	90	95	
12.0	D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95	
20.0	C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			C	95		
30.0					C	100							C	100							C	100		
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
2.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
3.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
5.0	D	85	85	90	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	95
8.0	D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95	
12.0	C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95	
20.0	C	100			C	95			C	100			C	95			C	100			C	95		
30.0					C	100							C	100							C	100		
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
2.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
3.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
5.0	D	90	90	95	D	90	90	95	D	90	90		D	90	90		D	90	90	95	D	90	90	95
8.0	C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95	
12.0	C	100			C	95			C	100			C	95			C	100			C	95		
20.0					C	95							C	95							C	95		
30.0					C	100							C	100							C	100		
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	90		D	85	85		D	85	85	90	D	85	85	90
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85	90
2.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85	90
3.0	D	90	90	95	D	85	85	90	D	90	95		D	85	85		D	90	90		D	85	85	95
5.0	C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95	
8.0					D	90	95						D	90	95						D	90	95	
12.0					C	95							C	95							C	95		
20.0					C	100							C	100							C	100		
30.0					C	100							C	100							C	100		
1.0	D	85	85	90	D	85	85	90	D	90			D	85	90		D	90	95		D	85	85	95
1.5	D	85	85	90	D	85	85	90	D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85	95
2.0	D	85	85	95	D	85	85	90	D	90	95		D	85	85		C	95	95		D	85	85	95
3.0	C	95			D	85	85	95	C	95			D	90	90		C	95			D	85	85	95
5.0					D	90	95						D	90	95						D	90	95	
8.0					C	95							C	95							C	95		
12.0					C	95							C	95							C	95		
20.0					C	100							C	100							C	95		
30.0					C	100							C	100							C	100		

Tableau B-10 Installation Type 1, DN ≤ 250. Nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remballi, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 1 DN ≤ 250	Pas de charges roulantes Pas de dépression Nappe affleurante								Charges roulantes AASHTO HS 20 Pas de dépression Nappe affleurante								Pas de charges roulantes Dépression de -1.0b Nappe affleurante								
Tranchée	Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0				Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0				Bd/D = 1.8				Bd/D = 3.0				
Remblai	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Rigidité																									<= Sol naturel
Prof d'instal, m	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	90		D	85	85	95	D	85	85		Groupe 1
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
2.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
3.0	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		
5.0	D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		
8.0	D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		
12.0	D	90			D	90			D	90			D	90			D	90			D	90			
20.0	C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			
30.0	C	100			C	100			C	100			C	100			C	100			C	100			
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	90		D	85	85	95	D	85	85		Groupe 2
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
2.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
3.0	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		
5.0	D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		
8.0	D	90	95		D	90			D	90	95		D	90			D	90	95		D	90			
12.0	D	90			D	95			D	90			D	95			D	90			D	95			
20.0	C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			
30.0					C	100							C	100							C	100			
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	90		D	85	85	95	D	85	85		Groupe 3
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
2.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
3.0	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		
5.0	D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		D	85	85		D	90	95		
8.0	D	90			D	90			D	90			D	90			D	90			D	90			
12.0	C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			C	95			
20.0					C	95							C	95							C	95			
30.0					C	100							C	100							C	100			
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	90		D	85	85	95	D	85	90		Groupe 4
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
2.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85	95	D	85	85		
3.0	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		D	85	85		
5.0	D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		D	90	95		
8.0	C	95			D	90			C	95			D	90			C	95			D	90			
12.0					C	95							C	95							C	95			
20.0					C	100							C	100							C	100			
30.0					C	100							C	100							C	100			
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	95		D	85	90		D	85	90		D	85	90		Groupe 5
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	90	95		D	85	85		
2.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	85	85		D	85	85		D	90	95		D	85	85		
3.0	D	90	95		D	85	85		D	90			D	90	95		D	90			D	90	95		
5.0	C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		
8.0					C	95							C	95							C	95			
12.0					C	95							C	95							C	95			
20.0					C	100							C	100							C	100			
30.0																									
1.0	D	85	85	95	D	85	85	95	D	95			D	85	95		D	95			D	85	95		Groupe 6
1.5	D	85	85	95	D	85	85	95	D	90			D	85	85		C	95			D	90	95		
2.0	D	90	95		D	85	85		D	90			D	85	85		C	95			D	90	95		
3.0	C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		C	95			D	90	95		
5.0					D	90							D	90							D	90			
8.0					C	95							C	95							C	95			
12.0					C	100							C	100							C	100			
20.0																									
30.0																									

Tableau B-11 Installation Type 1, DN ≤ 250. Nappe phréatique affleurante au terrain
Compacte minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300	Pas de charges roulantes – Pas de dépression – Nappe phréatique sous tuyau																													
Remblai supérieur	Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie Bd/D = 3.0															<= Sol naturel		
	SC3 85% SPD						SC4 90% SPD						SC3 85% SPD						SC4 90% SPD											
	SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2								
Remblai																														
Rigidité																														
Prof d'instal, m	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000			
1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
3.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
5.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
8.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	90	90	90	D	D	D	90	90	90	D	D	D			
12.0	D	D	D	90	90	85			D			90			D	D		90	90											
20.0		D	D		90	90								D	D		C		95											
1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
3.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
5.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
8.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	90	90	90	D	D	D	90	90	90	D	D	D			
12.0	D	D	D	90	90	90			D			90			D	D		90	90											
20.0			C			95																								
1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
3.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
5.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	90	85	85	D	D	D	90	85	85	D	D	D	90	90	85	D	D	D			
8.0	C	C	D	95	95	90		C	C		95	95	D	D	D	90	90	90			D									
12.0			C			100									C			95												
20.0																														
1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
3.0	D	D	D	90	90	85	D	D	D	90	90	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
5.0	C	C	C	100	95	95		C	C		95	95	D	D	D	90	90	85	D	D	D	90	90	90	D	D	D			
8.0													D	D	D	90	90	90		D	D					90				
12.0															C			95												
20.0																														
1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
1.5	D	D	D	90	85	85	D	D	D	90	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
2.0	D	D	D	90	90	85	D	D	D	90	90	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D			
3.0	C	C	D	100	95	90		C	D		95	90	D	D	D	90	85	85	D	D	D	90	85	85	D	D	D			
5.0													D	D	D	90	90	90		D	D		90	90		90				
8.0															C			95												
12.0																														
20.0																														

Tableau B-12 Installation Type 2, DN ≥ 300. Pas de dépression - Nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -0.5b – Nappe phréatique sous tuyau																								
		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												<= Sol naturel
Remblai Supérieur		SC3 85% SPD						SC4 90% SPD						SC3 85% SPD						SC4 90% SPD						
Remblai		SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			
Rigidité Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 1
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
8.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		90	90			D			90	
12.0			D	D		90	85			D			90		D			90								
20.0				D			90																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 2
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
8.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		90	90			D			90	
12.0			D	D		90	90			D			90		D			90								
20.0				C			95																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 3
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
8.0			D	D		90	85			D			90		D	D		90	90			D			90	
12.0				D			90								D			90								
20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 4
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	90	85	85			D			85	
8.0				D			90			C			95			D			90							
12.0																										
20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 5
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0			D	D		90	85			D			85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
5.0				C			95								D	D		90	85			D			90	
8.0																D			90							
12.0																										
20.0																										
1.0				D			85			D			85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 6
1.5				D			85							D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
2.0				D			85							D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
3.0															D	D		85	85			D			85	
5.0																D			90							
8.0																			90							
12.0																										
20.0																										

Tableau B-13 Installation Type 2, DN ≥ 300. Dépression de -0.5b - Nappe phréatique sous tuyau
 Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -1.0b – Nappe phréatique sous tuyau																								
		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												<= Sol naturel
Remblai supérieur		SC3 85% SPD						SC4 90% SPD						SC3 85% SPD						SC4 90% SPD						
Remblai		SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			
Rigidité Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	Groupe 1
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	85	85	85			D			85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
8.0			D	D		85	85			D			85			D		85	85							
12.0			D	D		90	85																			
20.0				D			90																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	Groupe 2
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	85	85	85			D			85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
8.0			D	D		85	85			D			85			D		85	85							
12.0				D			90																			
20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	Groupe 3
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
5.0			D	D		85	85			D			85			D		85	85			D			85	
8.0			D	D		90	85			D			90			D		85	85							
12.0				D			90																			
20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85		D	D		85	85	Groupe 4
1.5		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
2.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
3.0			D	D		85	85		D	D		85	85			D		85	85				D		85	
5.0				D			85			D			85			D			85							
8.0				D			90									D			85							
12.0																										
20.0																										
1.0				D			85			D			85			D			85			D			85	Groupe 5
1.5				D			85								D			85			D			85		
2.0				D			85								D			85			D			85		
3.0																D			85							
5.0																			85							
8.0																										
12.0																										
20.0																										
1.0																D			85						Groupe 6	
1.5																D			85							
2.0																D			85							
3.0																D			85							
5.0																										
8.0																										
12.0																										
20.0																										

Tableau B-14 Installation Type 2, DN ≥ 300. Dépression de -1.0b - Nappe phréatique sous tuyau
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Pas de dépression – Nappe phréatique affleurante avec terrain																								
		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												≤ Sol naturel
Remblai supérieur		SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						
Remblai		SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			
Rigidité Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 1
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	90	90	85			D			90	
8.0		D	D	D	90	90	90							D	D		90	90								
12.0 20.0				D			90																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 2
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	90	90	85			D			90	
8.0		D	D	D	90	90	90							D	D		90	90								
12.0 20.0				D			90																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 3
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	90	90	85			D			90	
8.0			D	D			90	90							D			90								
12.0 20.0				C			95																			
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 4
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
5.0		D	D	D	90	90	85		D	D		90	90	D	D	D	90	90	90			D			90	
8.0				C			95								D			90								
12.0 20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 5
1.5		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
3.0		D	D	D	90	90	85	D	D	D	90	90	85	D	D	D	85	85	85		D	D		90	85	
5.0				C			95								D	D		90	90							
8.0																										
12.0 20.0																										
1.0		D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	Groupe 6
1.5		D	D	D	90	85	85	D	D	D	90	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	
2.0		C	D	D	95	90	85		D	D		90	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	90	85	85	
3.0				D			95							D	D	D	90	90	85		D	D		90	85	
5.0															D											
8.0																										
12.0 20.0																										

Tableau B-15 Installation Type 2, DN ≥ 300. Pas de dépression - Nappe phréatique affleurante au terrain
 Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -0.5b – Nappe phréatique affleurante au terrain																								
Remblai Supérieur		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée standard, Bd/D = 3.0												<= Sol naturel
		SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						
		SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			
Rigidité	Prof d'instal, m	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
Groupe 1	1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	3.0	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	85	85	85			D			85	
	5.0	D	D	D	85	85	85			D			85		D	D		90	85							
	8.0			D			90								D	D		90	85							
Groupe 2	12.0																									
	20.0																									
	1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	3.0	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	D	D	D	85	85	85			D			85	
Groupe 3	5.0	D	D	D	85	85	85			D			85		D	D		90	85							
	8.0			D			90								D	D		90	85							
	12.0																									
	20.0																									
	1.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
	1.5	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85	
Groupe 4	2.0	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85	D	D	D	85	85	85			D			85	
	3.0	D	D	D	85	85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D			85	
	5.0		D	D			90	85							D			90								
	8.0																									
	12.0																									
	20.0																									
Groupe 5	1.0		D	D		85	85		D	D		85	85		D	D		85	85			D	D		85	85
	1.5		D	D		85	85			D			85		D	D	D	85	85	85			D		85	
	2.0		D	D		85	85				D		85		D	D	D	85	85	85			D		85	
	3.0			D			85								D	D		85	85							
	5.0															D			90							
	8.0																									
Groupe 6	12.0																									
	20.0																									
	1.0														D			85				D			85	
	1.5														D	D		85	85			D			85	
	2.0														D	D		85	85							
	3.0															D			85							

Tableau B-16 Installation Type 2, DN ≥ 300. Dépression de -0.5b - Nappe phréatique affleurante au terrain
Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Type 2 DN ≥ 300		Pas de charges roulantes – Dépression de -1.0b – Nappe phréatique affleurante au terrain																								
		Tranchée standard, Bd/D = 1.8												Tranchée élargie, Bd/D = 3.0												≤ Sol naturel
Remblai supérieur		SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						SC3 85% SPD						SC4 95% SPD						
Remblai		SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			SC1			SC2			
Rigidité Prof d'instal, m		2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0			D	D		85	85			D			85			D			85							Groupe 1
1.5		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
2.0		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
3.0			D	D		85	85										D		85							
5.0				D	D		85	85										D		85						
8.0					D			90												85						
12.0 20.0																										
1.0			D	D		85	85			D			85			D			85							Groupe 2
1.5		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
2.0		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
3.0			D	D		85	85										D		85							
5.0				D	D		85	85										D		85						
8.0					D			90												85						
12.0 20.0																										
1.0			D	D		85	85			D			85			D			85							Groupe 3
1.5		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
2.0		D	D	D		85	85	85			D		85			D	D		85	85						
3.0			D	D		85	85										D		85							
5.0				D			85													85						
8.0																										
12.0 20.0																										
1.0				D			85			D			85													Groupe 4
1.5			D	D		85	85			D			85			D	D		85	85						
2.0			D	D		85	85			D			85				D		85							
3.0				D			85										D		85							
5.0																										
8.0																										
12.0 20.0																										
1.0																									Groupe 5	
1.5																		D		85						
2.0																		D		85						
3.0																			D		85					
5.0																										
8.0																										
12.0 20.0																										
1.0																									Groupe 6	
1.5																										
2.0																										
3.0																										
5.0																										
8.0																										
12.0 20.0																										

Tableau B-17 Installation Type 2, DN ≥ 300. Dépression de -1.0b - Nappe phréatique affleurante au terrain
 Compactage minimum du remblai, % OPN. (D = Dammé, C = Compacté)

Annexe C

Classifications et propriétés des sols

Pour l'analyse des recommandations des installations des tuyaux, les sols d'origine sont classifiés en 6 groupes et liés à des finesses mesurées par comptage, comme définies par un test standard de perméabilité à partir d'un carottage, ASTM D1586. Ces sols d'origine, qui constituent les murs de la tranchée, sont classifiés de très stables, granulaires denses et cohésion très forte à assez faible, sols granulaires fins. Cette même classification peut être utilisée pour le remblai.

- 1 Mesures de comptage standard par test de perméabilité, ASTM D1586
- 2 Pour des comptages plus élevés, la valeur de M_{sn} augmente jusqu'à 345 Mpa.
- 3 Quand un géotextile est utilisé autour du tuyau, la valeur de M_{sn} pour les sols pauvres peut être supérieure à celles listées au dessus.
- 4 Quand une étude a défini un entourage solide permanent pour la durée de vie du tuyau, le coefficient des contraintes liés au sol doit être basé sur les contraintes fournies par le remblai.

Corrélation à d'autres méthodes de test

Il y a plusieurs tests de perméabilité en usage tout autour du globe. Puisque les possibilités de variation peuvent être importantes d'un test à l'autre, nous pouvons vous fournir une corrélation indicative pour un test standard de comptage, N, basé sur ASTM D1586. Le résultat de perméabilité d'un cône Q_u , exprimé en kg/cm^2 , peut être ramené à N par comptage selon la formule suivante :

$$N = Q_u / 4 \text{ pour un cône de test mécanique}$$

$$N = Q_u / 4 \text{ pour un cône de test électrique}$$

Une représentation du sol natif est donnée sur le **Tableau C-1**, qui suit les recommandations générales de la norme AWWA M45. Le comptage à utiliser est la valeur la plus faible trouvée sur une période longue sur le site de la canalisation. Normalement, les conditions de densité les plus faibles interviennent quand le sol a subi à des conditions d'humidité pendant une période longue.

Groupe sol	Granulaire		Cohésif		Module M_{sn}
	nbr de coups	Description	q_u kPa	Description	
1	> 15	Dense	> 200	Très dur	34.50
2	8 - 15	légèrement dense	100 - 200	Dur	20.70
3	4 - 8	Mou	50 - 100	Moyen	10.30
4	2 - 4		25 - 50	Souple	4.80
5	1 - 2	Très mou	13 - 25	Très souple	1.40
6	0 - 1	Très très mou	0 - 13	Très très souple	0.34

¹ Test de pénétration standard ASTM D1586

Tableau C-1 Groupe de sol naturel. Valeur du module, M_{sn}

Annexe D

Classifications et propriétés des matériaux de remblaiement

Pour être utilisé comme remblai pour les tuyaux, les matériaux doivent fournir une rigidité au tuyau ou au sol et la maintenir dans le temps. La variété de sols qui peuvent être utilisés comme remblai est sans limite. La zone de remblai peut être une sélection de sols retirés de la tranchée ou peut requérir un apport de sol extérieur au chantier si la tranchée n'apporte pas un sol adéquat. La sélection la plus pratique du remblai dépend essentiellement de la facilité de compactage pour atteindre la rigidité et le maintien. Les sols utilisables comme remblai sont classifiés en 4 catégories.

Rigidité du Sol Catégorie 1, SC1

Les matériaux SC1 apportent un support maximum au tuyau à un niveau de compactage donné du fait d'une faible teneur en sable et gravier. Un effort minimum est nécessaire pour l'installer avec une bonne rigidité quelque soit le taux d'humidité. De plus, la perméabilité des matériaux SC1 aide à contrôler l'eau et sont souhaités dans des lits de tuyau de tranchée faite dans des rochers où de l'eau est souvent présente.

Malgré tout, quand du ruissellement est prévu, il faut prendre en considération que des migrations de matériaux peuvent se faire depuis le sol natif vers les matériaux SC1. Voir pour cela la section A.8 ➡.

Rigidité du Sol Catégorie 2, SC2

Les matériaux SC2, une fois compactés, apportent un soutien assez élevé au tuyau. Toutefois, ce groupe autorise les mouvements au sein du remblai des matériaux adjacents et doit être étudié spécifiquement. Voir pour cela la section A.8 ➡.

Rigidité du Sol Catégorie 3, SC3

Les matériaux SC3 fournissent une rigidité moins importante que les catégories SC2 et SC1. Un niveau plus important de compactage est nécessaire et le niveau d'humidité doit être à l'optimum pour permettre d'obtenir la densité demandée. A ce niveau, le support peut être considéré comme suffisant.

Rigidité du Sol Catégorie 4, SC4

Les matériaux SC4 doivent faire l'objet d'une étude géotechnique préalable. La teneur en eau doit être très près de l'optimum pour atteindre la bonne densité. Quand ils sont bien placés et compactés, les matériaux SC4 peuvent apporter un niveau raisonnable de maintien au tuyau. Ces matériaux ne conviennent pas pour des enfouissements profonds, des trafics lourds ou des niveaux de compactage élevés. La catégorie SC4 ne doit pas être utilisée quand l'eau dans la tranchée empêche de placer et de compacter correctement le remblai. Les lignes directrices de classification des remblais en catégories de rigidité sont données dans le **tableau D-1**.

Pour toute densité donnée de remblai, plus le niveau de compactage est fort et plus le coefficient du sol est élevé et plus le support est élevé. En complément, le coefficient du sol augmente aussi avec le niveau de pression verticale du sol soit la profondeur d'enfouissement. Les **tableaux D-2 à D-5** donnent les valeurs M_{sb} pour les densités des remblais de catégorie SC1, SC2, SC3 et SC4 en rapport au pourcentage de Densité PROCTOR Standard (SPD) et la compression verticale. Ces valeurs s'appliquent pour des tuyaux installés au dessus du niveau de l'eau.

Pour les tuyaux installés au dessous du niveau d'eau, les coefficients de contrainte des sols seront réduits à des classifications de densité de sol plus faibles et des compactions plus basses. Voir les valeurs entre parenthèses. Le niveau de compression vertical est la pression effective au niveau d'installation du tuyau. Il est calculé normalement par multiplication de l'unité de poids du sol étudié par la profondeur de remblai. Les unités de poids fluctuantes doivent être utilisées en dessous du niveau de l'eau. La méthode de calcul statique pour les tuyaux enterrés ATV127 est souvent utilisée. La corrélation suivante peut aider:

Remblai Classe de rigidité	Description du type de remblai
SC1	Grave concassé avec < 15% sable, maximum 25% passant dans un tamis de 9.5 mm et maximum 5% de fines ²⁾ .
SC2	Propre, grave: SW, SP ¹⁾ , GW, GP or tout sol commençant par un de ces symboles avec 12% ou moins de fines ²⁾ .
SC3	Grave propre avec des fines: GM, GC, SM, SC tout sol commençant avec l'un de ces symboles avec 12% ou plus de fines ²⁾ . Sols sableux ou grave: CL, ML, (or CL-ML, CL/ML, ML/CL) avec 30% or plus retenu dans un tamis no. 200
SC4	Sol à grains fins: CL, ML, (or CL-ML, CL/ML, ML/CL) avec 30% or moins retenu sur un tamis no. 200
Note: Les symboles utilisés dans ce tableau sont en accord avec la norme, ASTM D2487 1) Sable fin uniforme, SP, avec plus de 50% passant dans un tamis no. 100 (0.15 mm) est très sensible à l'humidité et n'est pas recommandé en remblai. 2) % de fines est le pourcentage massique de particules de sol passant dans un tamis no. 200 avec une ouverture de 0.076 mm	

Tableau D-1 Classification des remblais

Prof d'instal (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compactage, % maximum OPN	
		Compacté	Dammé
m	kPa	MPa	MPa
0.4	6.9	16.2	13.8
1.8	34.5	23.8	17.9
3.7	69.0	29.0	20.7
7.3	138.0	37.9	23.8
14.6	276.0	51.7	29.3
22.0	414.0	64.1	34.5

Tableau D-2 Module M_{sb} pour un remblai de type SC1

Prof d'instal (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compactage, % OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	16.2	13.8	8.8 (7.5)	3.2 (2.4)
1.8	34.5	23.8	17.9	10.3 (8.8)	3.6 (2.7)
3.7	69.0	29.0	20.7	11.2 (9.5)	3.9 (2.9)
7.3	138.0	37.9	23.8	12.4 (10.5)	4.5 (3.4)
14.6	276.0	51.7	29.3	14.5 (12.3)	5.7 (4.3)
22.0	414.0	64.1	34.5	17.2 (14.6)	6.9 (5.2)

Tableau D-3 Module M_{sb} pour un remblai de type SC2 (entre parenthèse valeur en cas de nappe phréatique)

Prof d'instal (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compactage, % maximum OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	-	9.8 (4.9)	4.6 (2.3)	2.5 (1.3)
1.8	34.5	-	11.5 (5.8)	5.1 (2.6)	2.7 (1.4)
3.7	69.0	-	12.2 (6.1)	5.2 (2.6)	2.8 (1.4)
7.3	138.0	-	13.0 (6.5)	5.4 (2.7)	3.0 (1.5)
14.6	276.0	-	14.4 (7.2)	6.2 (3.1)	3.5 (1.8)
22.0	414.0	-	15.9 (8.0)	7.1 (3.6)	4.1 (2.1)

Tableau D-4 Module M_{sb} pour un remblai de type SC3 (entre parenthèse valeur en cas de nappe phréatique)

Prof d'instal (Densité du sol 18.8 kN/m ³)	Contrainte verticale	Compactage, % maximum OPN			
		100	95	90	85
m	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0.4	6.9	-	3.7 (1.11)	1.8 (0.54)	0.9 (0.27)
1.8	34.5	-	4.3 (1.29)	2.2 (0.66)	1.2 (0.36)
3.7	69.0	-	4.8 (1.44)	2.5 (0.75)	1.4 (0.42)
7.3	138.0	-	5.1 (1.53)	2.7 (0.81)	1.6 (0.48)
14.6	276.0	-	5.6 (1.68)	3.2 (0.96)	2.0 (0.60)
22.0	414.0	-	6.2 (1.86)	3.6 (1.08)	2.4 (0.72)

Tableau D-5 Module M_{sb} pour un remblai de type SC4 (entre parenthèse valeur en cas de nappe phréatique)

Note: M_{sb} values at intermediate vertical stress levels not given in **Tableau D-2** to **Tableau D-5** can be obtained by interpolation. The % maximum standard proctor density indicates the dry density of the compacted soil as a percentage of maximum dry density determined in accordance with ASTM D 698.

Annexe E

E Tests des sols pour aider à la classification

Caractéristiques du sol naturel	Groupe de classification
1	Peut être à peine pénétré avec le pouce
2	Peut être pénétré avec le pouce sur 4 mm
3	Peut être pénétré avec le pouce sur 10 mm
4	Peut être pénétré avec le pouce sur 25 mm
5	Peut être pénétré avec le pouce sur 50 mm
6	Peut être pénétré avec le poing sur 25 mm

Tableau E 1 : Test simplifié de détermination du groupe d'appartenance du sol.

les critères de compactage et d'ovalisation sont respectés. Ce rapport de corrélation permet de calibrer la technique de compactage et la fréquence de test peut être adaptée. De même, les ouvriers obtiennent une bonne compréhension des recommandations pour une installation correcte avec un remblai donné. (ASTM D5080 donne une méthode satisfaisante pour mesurer rapidement la densité et l'humidité des sols). Il y a beaucoup de méthodes disponibles pour mesurer la densité du compactage d'un remblai.

La mesure de l'augmentation du diamètre vertical du tuyau est une méthode pour étudier l'effort fourni dans le compactage et la définition de critères de calibration. Si le remblai a été réparti régulièrement et compacté dans la zone de soutien du tuyau, une bonne méthode d'estimation du compactage est de mesurer le diamètre vertical du tuyau quand le remblai compacté atteint le sommet du tuyau (ou à tout autre stade si le compactage est régulier). En conséquence, notez bien qu'en cas d'efforts importants de compactage, une déformation excessive peut apparaître. Si cela arrive, contacter le fournisseur du tuyau pour une assistance, et ne continuez pas à utiliser la méthode qui génère cette déformation excessive.

La tranchée doit être remplie et compactée en couches uniformes de chaque côté du tuyau. Pour le placement du remblai et son compactage dans la zone de soutien, commencer par compacter sans le tuyau. Pour les remblais sur les côtés du tuyau, le compactage progresse habituellement depuis les flancs de la tranchée vers le tuyau. Le nombre de passage du compacteur (à réglage constant) sur le remblai augmente le taux de compression. Un bon moyen de mesurer la méthode de compactage est de mesurer le résultat en fonction du nombre de passages du compacteur. Utiliser le nombre de passages et les autres critères comme l'humidité du sol et la déformation verticale comme moyen de contrôler la procédure d'installation. Si le matériel change, le nombre de passages peut en être affecté. Les plateaux de compacteurs plus lourds et plus larges pressent plus profond et à un degré plus haut que les petits matériels étroits. Il en est de même du compacteur.

Lors du compactage au dessus du tuyau, il faut s'assurer qu'il y a suffisamment de matériaux pour que l'opération n'endommage pas le tuyau. Un minimum de 150mm de recouvrement doit être suffisant pour un compacteur manuel vibrant ; alors qu'un minimum de 300mm doit être recommandé lors de l'utilisation d'un compacteur manuel à impact. Un compactage maximum de 85% du SPD doit être réalisé pour le premier remblai au dessus du tuyau. Les remblais granuleux fournissent une densité relativement haute avec un effort de compaction minimum. Les sols granuleux ont une faible tendance au glissement et se consolident avec le temps. Ils sont moins sensibles à l'humidité aussi bien lors du positionnement à l'usage. Quand des remblais plus fins sont utilisés, le support du tuyau est réduit. Les sols granuleux avec un pourcentage

Annexe F

Compression du comblement

Cette annexe fournit des procédés utiles pour compacter les différents types de remblais.

La profondeur maximum et minimum d'installation sera déterminée par la nature et le compactage de la zone. Plus le sol est dense, plus le tuyau peut être installé profond pour limiter l'ovalisation et l'aspiration. Ce guide offre un canevas des comportements des sols pour permettre de mieux comprendre les critères d'installation. Prenez en considération les variations saisonnières pour étudier l'humidité potentielle des sols et remblais. La valeur indicative de compactage doit être comprise comme une valeur minimum et la densité du sol égales ou au dessus des préconisations.

Dans l'esprit de « calibrer » la méthode d'installation avec un remblai défini, nous recommandons une attention toute particulière lors de l'installation de la section initiale de la canalisation, au résultat de la méthode utilisée et du taux de compactage obtenu. En rapportant le résultat obtenu au type de sol, à la méthode de répartition du remblai dans la zone de soutien et dans la zone de remblais, au moyens de levage, au taux d'humidité et au nombre de passage du compacteur, on peut déterminer une bonne estimation de l'effort nécessaire pour l'installation. Une fois les tuyaux initiaux installés, les tests doivent être continués régulièrement pour s'assurer que

en poids de plus de 12% de particules fines (moins de 75 microns) sont affectés significativement par les caractéristiques de ces particules. Si les particules sont du sable (37 à 75 microns), les sols sont sensibles à l'humidité, sont drainés par les flux d'eau et demandent un effort supplémentaire de compaction. Si le terrain est essentiellement glaiseux (moins de 37 microns et collant), les sols sont plus sensibles à l'humidité, la résistance est plus faible et ils seront plus sensibles au glissement. Normalement, il faut plus d'effort pour compacter et atteindre la densité recommandée. En limitant les sols à une humidité maximum de 40%, les sols à fort taux d'humidité seront éliminés.

Les remblais de type SC1 et SC2 sont d'usage relativement facile et très fiables dans le temps. Ces sols sont faiblement sensibles à l'humidité. Le remblai peut être facilement compacté en utilisant un compacteur vibrant de 200 ou 300mm de portance. Quelquefois, un géotextile peut être utilisé pour limiter les coulées et limiter les pertes de soutient du tuyau. Voir la section A.8 pour les critères ➡.

Les remblais de type SC3 sont acceptables et souvent disponibles immédiatement pour le remblai des installations. Beaucoup de sols sont de type SC3 et de ce fait, les matériaux de la tranchée peuvent être réutilisés comme matériaux de remblai. Il faut être prudent avec ces matériaux car ils peuvent être sensibles à l'humidité. Les caractéristiques de ces matériaux sont principalement celles de particules fines. Le contrôle du taux d'humidité doit être étudié pour permettre de compacter au taux recommandé avec un niveau d'énergie et de matériel de compactage raisonnable. Le compactage peut être atteint en utilisant un compacteur par impact de 100 à 200mm de portance.

Les remblais de type SC4 ne peuvent être utilisés pour les tranchées qu'avec les précautions suivantes :

- Le taux d'humidité doit être contrôlé lors de l'installation et la compaction.
- Ne pas utiliser avec des fondations instables ou avec de l'eau dans la tranchée.
- La technique de compaction nécessitera une énergie considérable, le taux de densité obtenu restant relativement faible.
- Lors du compactage, il faut utiliser un compacteur par impact de 100 à 150mm comme un Whacker ou un pneumatique (POGO STICK).
- Les tests de compactage doivent être effectués très régulièrement pour atteindre le bon taux de compaction. Voir l'annexe F pour plus d'information ➡.

Le compactage des particules plus fines est facilité quand les matériaux sont à leur degré optimum de taux d'humidité.

Quand le remblai atteint le niveau de la canalisation, tous les compactages doivent démarrer depuis le bord de la tranchée vers le tuyau.

Il est recommandé de placer et de compacter le remblai de manière à légèrement ovaliser le tuyau dans le sens vertical. Toutefois, elle ne doit pas dépasser 1,5% du diamètre lorsque le remblai atteint la couronne du tuyau. Le niveau d'ovalisation à atteindre va dépendre du niveau d'énergie requise pour permettre le compactage demandé. Le niveau d'énergie à fournir aux remblais SC3 et SC4 peut amener à dépasser la limite. Si ceci arrive, étudiez un tuyau de résistance plus importante ou changez de type de remblai.

Annexe G

Définitions et terminologie

Termes	Description
Diamètre nominal, DN	Diamètre de classification du tuyau, exprimé en mm.
Pression nominale, PN	Pression de service du tuyau, exprimé en bars.
Rigidité nominale, SN	La rigidité initiale minimum, EI/D3, d'un tuyau est mesurée par la charge nécessaire à l'ovalisation d'un anneau de tuyau, exprimée en N/m ² .
Génératrice supérieure du tuyau	C'est le point haut intérieur du tuyau.
Fil d'eau	C'est le point le plus bas intérieur du tuyau.
Profondeur d'enfouissement	Couverture au dessus du tuyau.
Ovalisation	c'est le changement vertical du diamètre exprimé en pourcentage par rapport diamètre nominal du tuyau.
Mi génératrice	C'est la mi hauteur du tuyau, mesurée à partir du centre du tuyau à 90° et 270°.
Module du sol contraint, Ms	Le module sécant d'un sol est mesuré par un test de compression et est utilisé pour décrire la rigidité de ce sol.
Optimal Proctor Normal, OPN	La densité sèche maximale obtenue à un degré optimal d'humidité selon la norme ASTM D698, utilisée pour définir 100% de la densité Proctor standard.
Pourcentage standard Densité Proctor	Densité sèche obtenue/densité maximum sèche exprimé en %.
Nombre de coups	Nombre de coups nécessaire d'un marteau de 64kg tombant d'une hauteur de 78cm pour enfoncer une pointe de 30cm dans le sol selon ASTM D1586.

Annexe H

Indications de poids pour les tubes et vannes

DN	gravitaire				PN 6				PN 10				PN 16			
	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling
	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg
100					-	-	2.5	2.0	-	-	2.5	2.0	-	-	2.5	2.0
150					-	-	4.9	3.0	-	-	4.9	3.0	-	-	4.9	3.0
200					-	-	7.2	4.0	-	-	7.2	4.0	-	-	7.2	4.0
250					-	-	10.8	6.0	-	-	10.8	6.0	-	-	10.8	6.0
300	9.1	11.3	14.1	7.0	8.2	10.4	12.7	13.0	7.9	10.3	12.7	13.7	7.5	9.5	12.2	14.1
350	12.2	15.1	18.9	8.0	11.1	14.3	17.3	15.0	10.6	13.8	17.3	15.8	10.0	12.6	16.3	16.4
400	15.5	19.4	25.0	9.0	14.5	18.5	23.0	16.8	13.5	17.6	23.0	17.9	12.6	16.1	21.0	18.5
450	19.4	25.0	30.0	10.1	18.4	24.0	29.0	18.8	16.8	22.0	29.0	19.6	15.8	19.9	26.0	21.0
500	24.0	30.0	37.0	11.1	23.0	30.0	35.0	21.0	21.0	27.0	35.0	22.0	19.3	25.0	32.0	23.0
600	33.0	41.0	50.0	12.8	32.0	40.0	48.0	32.0	28.0	37.0	48.0	34.0	26.0	33.0	44.0	35.0
700	44.0	55.0	67.0	15.2	43.0	54.0	66.0	37.0	38.0	49.0	66.0	39.0	35.0	45.0	59.0	42.0
800	57.0	71.0	87.0	18.1	55.0	69.0	86.0	42.0	49.0	64.0	86.0	46.0	45.0	58.0	76.0	50.0
900	72.0	88.0	115.0	21.0	70.0	87.0	110	48.0	61.0	81.0	110.0	53.0	56.0	73.0	95.0	58.0
1000	88.0	110.0	140.0	24.0	86.0	110.0	135.0	54.0	75.0	100.0	135.0	60.0	69.0	89.0	120.0	66.0
1200	130.0	160.0	200.0	30.0	125.0	155.0	195.0	66.0	110.0	145.0	195.0	74.0	98.0	130.0	170.0	81.0
1400	175.0	215.0	270.0	37.0	170.0	210.0	260.0	78.0	145.0	195.0	260.0	88.0	135.0	175.0	230.0	100.0
1600	230.0	280.0	345.0	44.0	220.0	270.0	340.0	90.0	190.0	255.0	340.0	105.0	175.0	225.0	295.0	125.0
1800	290.0	355.0	440.0	51.0	275.0	345.0	425.0	105.0	240.0	320.0	425.0	120.0	220.0	285.0	375.0	
2000	355.0	435.0	540.0	61.0	340.0	420.0	530.0	120.0	295.0	390.0	530.0	135.0	270.0	350.0	460.0	
2200	425.0	530.0	650.0	71.0	410.0	510.0	640.0	130.0	355.0	470.0	640.0	155.0	320.0	420.0	560.0	
2400	510.0	630.0	770.0	82.0	485.0	610.0	750.0	145.0	420.0	560.0	750.0	170.0	380.0	495.0	660.0	
2600	600.0	740.0	910.0	110.0	570.0	710.0	890.0	280.0	490.0	660.0	890.0	325.0	445.0	580.0	770.0	
2800	690.0	850.0	1050.0	120.0	660.0	820.0	1030.0	310.0	570.0	760.0	1030.0	355.0	520.0	680.0	900.0	
3000	790.0	970.0	1210.0	135.0	760.0	940.0	1170.0	335.0	650.0	870.0	1170.0	385.0	580.0	770.0	1030.0	

DN	PN 20				PN 25				PN 32			
	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Coupling
	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg
300	7.4	9.3	11.8	16.7	-	9.2	11.5	16.7	-	-	11.3	16.7
350	9.9	12.3	15.6	19.3	-	12.2	15.4	19.3	-	-	15.0	19.3
400	12.6	15.8	21.0	19.3	-	15.5	19.6	19.9	-	-	19.0	22.0
450	15.5	19.6	26.0	22.0	-	19.1	25.0	22.0	-	-	24.0	25.0
500	18.9	24.0	31.0	23.0	-	24.0	30.0	24.0	-	-	29.0	27.0
600	26.0	32.0	42.0	36.0	-	32.0	40.0	39.0	-	-	39.0	44.0
700	34.0	43.0	56.0	45.0	-	42.0	54.0	47.0	-	-	52.0	56.0
800	44.0	56.0	72.0	53.0	-	55.0	70.0	54.0	-	-	68.0	66.0
900	55.0	70.0	91.0	60.0	-	68.0	88.0	64.0	-	-	85.0	95.0
1000	67.0	86.0	115.0	68.0	-	84.0	110.0	79.0	-	-	105.0	115.0
1200	96.0	125.0	160.0	90.0	-	120.0	155.0	110.0	-	-	150.0	135.0
1400	130.0	165.0	220.0	120.0	-	165.0	210.0	145.0	-	-	205.0	170.0

Annexe I

Requêtes pour la lubrification des joints

Diamètre nominal du tuyau (mm)	Quantité de lubrifiant nécessaire (kg) par joint
100 to 250	0.050
300 to 500	0.075
600 to 800	0.10
900 to 1000	0.15
1100 to 1200	0.20
1300 to 1400	0.25
1500 to 1600	0.30
1800	0.35
2000	0.40
2200	0.45
2400	0.50
2600	0.55
2800	0.60
3000	0.65

Note: Le poids de lubrifiant est basé sur la lubrification de deux lèvres et de deux joints par manchon. Les manchons pré assemblés en usine ne demande que la moitié des quantités au dessus.

Annexe J

Nettoyage des tubes FLOWTITE pour égouts

Il y a plusieurs méthodes utilisées pour nettoyer les collecteurs gravitaire FLOWTITE, selon le diamètre, le degré et la nature du bouchon. Tous les moyens décrits utilisent un moyen mécanique ou hydraulique pour nettoyer l'intérieur du tuyau. Quand un procédé mécanique est employé, nous recommandons l'utilisation de racleurs plastiques pour éviter les dommages à la surface interne au tuyau.

L'utilisation d'eau sous hautes pressions, envoyée par des buses est une pratique utilisée dans certains pays. Toutefois, l'eau émise à ces hautes pressions peut endommager la plupart des canalisations si elle n'est pas contrôlée correctement. Basées sur l'expérience obtenue sur les nettoyages par jet d'eau des collecteurs GRP, les lignes directrices suivantes doivent être appliquées pour éviter tout dommage aux canalisations.

Nettoyage des collecteurs par gravité et des collecteurs sous pression (CG et CSP).

- 1 Pression maximum de 120 bars. Du fait de la finesse de l'intérieur des canalisations PRV, le nettoyage et le débouchage doivent être réalisés à des pressions plus faibles.
- 2 Les buses avec des orifices à la circonférence sont préférables. Les buses avec des chaînes ou des forêts sont à proscrire.
- 3 L'angle de projection ne doit pas être supérieur à 30°. Un angle inférieur à 20° est normalement suffisant pour les tuyaux PRV, du fait de la surface lisse qui évite l'accrochage des matériaux, l'objectif étant juste un nettoyage.
- 4 Le nombre de jet doit être compris entre 6 et 8 d'un diamètre de 2,4mm minimum.
- 5 La surface de la buse doit être lisse et le poids de celle-ci inférieur à 4,5kg. La longueur d'une telle buse étant au maximum de 170mm. Pour des tuyaux de diamètre moyens ou faible (100 à 800mm) des buses plus légères sont à prévoir (environ 2,5kg).
- 6 La vitesse des mouvements d'avance et de recul des buses doit être limitée à 30m/mn. Un mouvement non contrôlé de la buse n'est pas autorisé. L'insertion de la buse dans la canalisation doit se faire avec la plus grande prévention pour éviter les chocs aux parois.

7 Une buse avec des guides ou des roulements augmente la distance entre la buse et les parois du tuyau, donnant moins d'agressivité au nettoyage.

8 Toute utilisation d'un matériel en dehors des critères susmentionnés peut endommager la canalisation installée.

De façon moins importante, des dommages mineurs sur la surface ne sont pas considérés comme pouvant causer des changements déterminants sur les performances du tuyau.

Pour plus d'information, veuillez contacter votre fournisseur.



Figure J-1 Buse avec les orifices propulseurs autour de la circonférence d'un poids de 4,5 kg



Figure J-2 Buse avec les orifices propulseurs autour de la circonférence d'un poids de 2,5kg.

*Le nettoyage est seulement autorisé à être réalisé avec une puissance de jet de 600 W/mm². L'expérience a montré que si un débit de nettoyage de 300 l/min est appliqué, une pression de 120 bars conviendra.

Nettoyage des collecteurs sous pression (CSP)

Ces recommandations sont à utiliser pour les collecteurs FLOWTITE sous pression.

- 1** La pression maximum doit être de 80 bars. Du fait de la finesse de l'intérieur de la canalisation, le nettoyage et le débouchage doivent pouvoir être obtenu à des pressions plus faibles.
- 2** Les buses avec des orifices à la circonférence sont préférables. Les tuyères avec des chaînes ou des forêts sont à proscrire.
- 3** L'angle des jets doit être compris entre 6° et 15° par rapport à l'axe du tuyau.
- 4** Le nombre de jet doit être compris entre 6 et 8 d'un diamètre de 2,4mm minimum.
- 5** La surface de la buse doit être lisse et le poids de celle-ci inférieur à 2,5kg
- 6** La vitesse des mouvements d'avance et de recul des buses doit être limitée à 30m/mn. Un mouvement non contrôlé de la buse n'est pas autorisé. L'insertion de la buse dans la canalisation doit se faire avec la plus grande précaution pour éviter les chocs aux parois
- 7** Une buse avec des guides ou des roulements augmente la distance entre la buse et les parois du tuyau, donnant moins d'agressivité au nettoyage.
- 8** Toute utilisation d'un matériel en dehors des critères susmentionnés peut endommager la canalisation installée.

Pour plus de questions, veuillez contacter votre fournisseur.

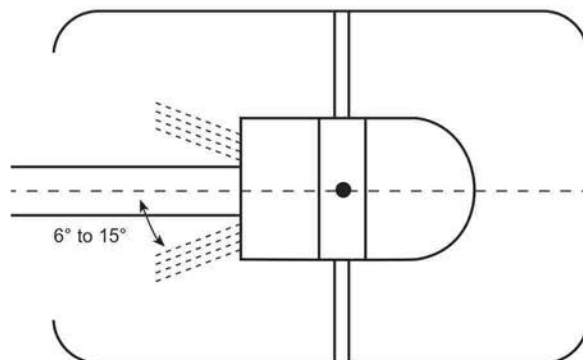


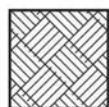
Figure J-3 Buse d'hydrocurage

Le Guide d'Installation des Tuyaux Enterrés est la propriété intellectuelle de FTEC. Tous droits réservés.

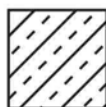
Aucun extrait de ce manuel d'installation ne doit être reproduit, stocké dans un fichier, ou transmis en toute forme ou par tout moyen, électronique, mécanique, photocopié, enregistré ou tout autre moyen sans l'autorisation préalable du propriétaire intellectuel.

LOW RESOLUTION PDF

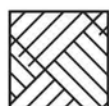
Profils des remblais



Lit de pose / Fondation
compacté



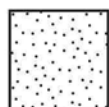
Béton



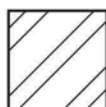
Lit de pose / Fondation



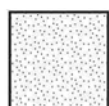
Bois



Remblai



Rocher



Remblai compacté

Ce manuel est compris comme un guide. Toutes les valeurs listées dans les spécifications du produit sont nominales.

L'inadéquation du produit peut provenir des variations environnementales, d'un écart dans les procédures opérationnelles, ou interpolation des données. Nous recommandons vivement que toute personne qui utilise ces données soit formée et expérimentée à l'application de ces produits, à l'installation et aux conditions d'utilisation.

Le bureau d'étude doit toujours être consulté avant l'installation des canalisations pour connaître l'adéquation des produits à l'emploi et application qui en sera fait. Nous déclinons ici toute responsabilité, et ne pouvons être déclaré responsable, de toute perte ou dommage qui pourrait résulter de l'installation ou de l'usage de tout produit listé dans ce manuel pour lequel nous n'aurions pas été amené à mesurer les conditions de précaution à apporter pour l'utilisation ou l'usage. Nous nous réservons le droit de modifier cette notice, si nécessaire, sans préavis. Nous apprécions toute suggestion qui concernerait ce manuel.

La technologie Flowtite appartient à Amiblu et est sous licence partout dans le monde.

Pour en savoir plus et connaître les coordonnées de vos contacts, consultez le site www.amiblu.com.

The Amiblu logo consists of the word "Amiblu" in a bold, blue, sans-serif font, followed by a registered trademark symbol (®).

Amiblu Technology AS

Østre Kullerød 3
3241 Sandefjord

Norway

T: + 47 971 00 300

info.technology@amiblu.com

www.amiblu.com

Distribué par: ■