



Association de recherche sur
les tuyaux en fonte ductile

Résistance et durabilité pour la **vie**^{MD}

DIRECTIVES

Guide d'installation des tuyaux en fonte ductile

Dernière révision :
Mai 2017



À propos de la Ductile Iron Pipe Research Association (DIPRA)

Depuis ses débuts il y a plus de 100 ans, la Ductile Iron Pipe Research Association (DIPRA) fournit de l'information technique précise, fiable et essentielle au sujet des tuyaux en fonte grise et maintenant en fonte ductile à un large éventail de services d'utilités publiques et d'ingénieurs-conseils.

Fondée en 1915, le rôle de l'organisation consistait à promouvoir les qualités supérieures des tuyaux en fonte par des programmes d'information. Au fil du temps, son rôle a évolué pour faire de DIPRA une organisation basée sur la technique et orientée sur la recherche. DIPRA fournit une variété de ressources et de services, comme des brochures et des publications, une représentation sur les comités de rédaction des normes, des recherches techniques sur des sujets d'applications (comme le contrôle de la corrosion et la conception des tuyaux en fonte ductile) de même que des services techniques personnels par le biais de notre programme d'ingénieur régional.

Bien que les compagnies membres de DIPRA aient des noms et des lieux d'affaires variés, elles partagent un engagement commun à produire et fournir le meilleur tuyau d'eau potable et d'eaux usées dans le monde : le tuyau en fonte ductile.

Les compagnies membres de DIPRA, qui représentent ensemble 650 années d'expérience en recherche appliquée et fabrication, sont :

- AMERICAN Ductile Iron Pipe
- Canada Pipe Company ULC
- McWane Cast Iron Pipe Company
- United States Pipe and Foundry Company

Table des matières

Introduction	Page 5
Chapitre 1 - Réception et manutention	Page 8
Chapitre 2 - La tranchée	Page 18
Chapitre 3 - Installation	Page 41
Chapitre 4 - Vannes	Page 62
Chapitre 5 - Retenue de la poussée	Page 68
Chapitre 6 - Remblayage	Page 76
Chapitre 7 - Rinçage, essai et désinfection	Page 78
Chapitre 8 - Branchements de service	Page 89
Chapitre 9 - Installations spéciales	Page 95
Chapitre 10 - Informations utiles	Page 101
Index	Page 126

Copyright© 2016, 2015, 2007, 2006, 2003, 2001, 2000, 1997, 1994
par la Ductile Iron Pipe Research Association

Il est interdit de reproduire, sous aucune forme, cette publication ou
toute partie de celle-ci, sans la permission des éditeurs.

ISBN 978-0-692-76042-0
Révisé 05-17

Tableaux

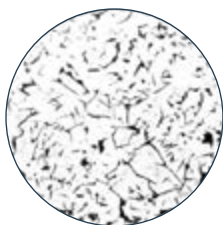
1. Hauteurs maximales suggérées d'empilage pour les tuyaux en fonte ductile	Page 15
2. Largeur de tranchée suggérée	Page 24
3. Largeurs minimales des tubes de polyéthylène à plat pour les tuyaux à joints à emboîtement	Page 38
4. Couple de serrage des boulons pour joint mécanique	Page 52
5. Déflexion maximale d'une longueur complète de tuyau à joints à emboîtement	Page 54
6. Déflexion maximale d'une longueur complète de tuyau à joints mécaniques et raccords	Page 55
7. Poussée résultante aux raccords à une pression de 100 lb/po ²	Page 68
8. Capacité portante du sol	Page 71
9. Débit et degré d'ouverture requis pour rincer les conduites	Page 79
10. Tolérance pour essai hydrostatique par 1 000 pieds de conduite-gph (gal. U.S.)	Page 80
11. Quantité de granules d'hypochlorite de calcium à déposer au début de la conduite principale et à des intervalles de 500 pieds	Page 84
12. Nombre de comprimés de 5 grammes d'hypochlorite de calcium nécessaire pour obtenir un dosage de 25 mg/l	Page 85
13. Chlore requis pour obtenir une concentration de 25 mg/l par 100 pieds de tuyaux - par diamètre	Page 86

14. Diamètre maximal de prise directe pour les tuyaux en fonte ductile de 3 à 24 pouces	Page 93
15. Dilatation linéaire du tuyau en fonte ductile	Page 104
16. Facteurs de conversion	Page 105
17. Dimensions et poids standards des tuyaux en fonte ductile à joints à emboîtement	Page 110
18. Dimensions et poids standards des tuyaux en fonte ductile à joints mécaniques	Page 114
19. Épaisseurs de tuyau requises pour les différents diamètres de prises sous pression selon la norme AWWA B1.20.1	Page 116
20. Épaisseurs de tuyau requises pour différents diamètres de prises sous pression selon la norme AWWA C800	Page 120
21. Nomographe pour diamètre de tuyau, perte de charge et débit pour les tuyaux en fonte ductile	Page 124

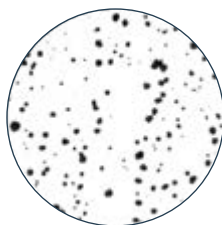
Introduction

La fonte ductile constitue une amélioration par rapport aux fontes qui ont servi l'industrie de l'adduction et de la distribution d'eau depuis des siècles. Le premier tuyau en fonte ductile a été produit de manière expérimentale en 1948. Des changements mineurs, mais importants, à la chimie et au traitement de la fonte ont entraîné des différences physiques au niveau de la microstructure, produisant un matériau à la robustesse contre les fractures et à la ductilité grandement améliorées. Le tuyau en fonte ductile qui en résulte est beaucoup plus résistant aux chocs et aux contraintes concentrées.

Bien que les deux matériaux soient classés sous le terme fonte, le matériau plus ancien est appelé fonte grise dans la terminologie actuelle et le matériau plus récent, fonte ductile. Pendant le stade de solidification du processus de coulage, le carbone, parfois appelé graphite, ressort de la solution et s'accumule dans de nombreux petits bassins. La forme de ces bassins de carbone constitue un facteur majeur des propriétés mécaniques du matériau.



Fonte grise



Fonte ductile

Ces photomicrographies comparent les microstructures de la fonte grise et de la fonte ductile. Notez la continuité relative de la matrice exposée par la fonte ductile (à droite).

Dans la fonte grise, ces bassins sont décrits comme ayant la forme d'un flocon, c'est-à-dire qu'ils sont généralement de forme plate et allongée, se terminant par des pointes effilées. La teneur en carbone et la forme en flocons du graphite donnent à la fonte grise une bonne usinabilité et des propriétés enviables de résistance à la corrosion. Toutefois, les flocons brisent la continuité du métal et les pointes effilées sont des concentrateurs de contraintes à un niveau microscopique. Ces deux caractéristiques limitent donc la ductilité et les propriétés de résistance à la traction du matériau.

Dans la fonte ductile, la majorité des bassins de graphite ont la forme de sphères. Cette forme distincte réduit de beaucoup l'occurrence des points de concentration de contraintes. Le changement de la structure du carbone, d'une forme floconneuse à sphérique, de même que la réduction de la teneur en phosphore se traduit par un matériau offrant une bonne usinabilité, une résistance contre les chocs et la corrosion et une excellente résistance à la flexion. Pour ces raisons, la fonte ductile est le matériau idéal pour le transport de l'eau et d'autres liquides.

Les méthodes d'installation appropriées augmenteront considérablement la durée de vie utile du tuyau de fonte ductile. Par conséquent, la Ductile Iron Pipe Research Association (DIPRA) a préparé ce guide afin d'aider les services d'utilités publiques, les entrepreneurs, les firmes d'ingénieurs-conseils et autres personnes intéressées par l'installation des tuyaux en fonte ductile. Bien que cette publication traite des méthodes d'installation, d'entretien et des mesures de sécurité recommandées, elle n'est destinée qu'à servir de guide et ne se substitue pas aux cahiers des charges et aux normes applicables.

Les normes détaillées sur les tuyaux en fonte ductile, raccords et accessoires sont disponibles auprès de l'American Water Works Association (AWWA). La norme ANSI/AWWA C600, « Installation of Ductile Iron Mains and Their Appurtenances » comprend en grande partie l'information présentée dans ce guide. Le manuel M41 de l'AWWA sur les tuyaux et les raccords en fonte ductile est également disponible auprès de l'AWWA.

Remarque : Les tableaux sont présentés en unités américaines. Les facteurs de conversion métriques sont fournis au chapitre 10 pour votre information.

Chapitre 1

Réception et manutention

1.1 Inspection : Le tuyau en fonte ductile est normalement expédié des fonderies par train ou par camion et, plus rarement, par barge. Il est robuste et résistera aux chocs et aux contraintes qui surviennent normalement durant le transport. L'acheteur peut prendre des dispositions auprès du fabricant pour l'inspection et l'acceptation des tuyaux en fonte ductile et des accessoires à l'usine du fabricant. Lorsque les tuyaux arrivent à leur destination, quelle que soit la méthode de transport, ils doivent être soigneusement inspectés pour détecter tout



dommage qui aurait pu se produire pendant le transport.

Tout matériau comportant un défaut de fabrication ou endommagé pendant le transport doit être signalé sur le reçu de livraison au destinataire ou tout document semblable de l'agent

transporteur. De plus, chaque envoi doit être vérifié par rapport aux bons de livraison pour découvrir tout élément manquant ou toute erreur, lesquels doivent aussi être notés sur le connaissance ou tout document semblable de l'agent transporteur. L'acheteur peut aussi effectuer les essais précisés dans la norme AWWA pour garantir la conformité du produit à celle-ci. Le fabricant ou l'entrepreneur est responsable du remplacement des matériaux défectueux.

Les revêtements intérieurs en mortier de ciment peuvent être réparés sur place conformément à la norme ANSI/AWWA C104/A21.4. Les zones défectueuses ou endommagées du revêtement peuvent être réparées en découpant la partie endommagée jusqu'au métal de sorte que les bords du revêtement restant soient perpendiculaires à la paroi du tuyau ou légèrement en retrait. Un mortier rigide, préparé conformément à la norme ANSI/AWWA C104/A21.4, est alors appliqué sur la surface découpée, bien humidifiée, et lissé à la truelle de manière uniforme pour se fondre à la partie adjacente du revêtement. Après que l'eau de surface se soit évaporée, mais tant que la retouche est encore humide, celle-ci doit être durcie comme le précise la norme ANSI/AWWA C104/A21.4.

À moins d'indications contraires, les tuyaux en fonte ductile sont fournis avec un revêtement standard d'environ 1 mil d'épaisseur, conformément à la norme ANSI/AWWA C151/A21.51. Le revêtement sert principalement à réduire l'oxydation atmosphérique, pour des raisons esthétiques.

1.2 Livraisons : La plupart des tuyaux expédiés par les compagnies membres de DIPRA le sont sous forme de lots préemballés qui sont placés par unité sur le camion ou le wagon. Selon le nombre de rangées dans un lot, deux lots ou plus peuvent être empilés les uns sur les autres. Les tuyaux peuvent aussi être chargés rangée par rangée. Les chargements sur les camions ou remorques sont généralement fixés à la plate-forme à l'aide de courroies en nylon. Les chargements sur les wagons sont presque toujours fixés au wagon par des sangles en acier.

Lors de la mise en place de rangées de tuyaux, par lots ou lors du chargement direct sur le véhicule de transport, les tuyaux sont placés en alternance de manière à avoir à l'extrémité de chaque rangée une cloche ou un bout mâle. Les tuyaux adjacents se touchent sur toute leur longueur, à l'exception de l'extension des bouts femelles au-delà des bouts mâles. Les cloches d'une couche de tuyaux ne doivent

pas toucher ou interférer avec les cloches ou les fûts de la rangée inférieure ou supérieure.

L'acheteur est généralement consulté en ce qui concerne la méthode de transport de manière à faciliter les plans de déchargement, soit à un emplacement central pour le transfert ultérieur sur le chantier soit par étalement des tuyaux le long de l'emprise.

Les tuyaux qui sont déplacés sur une courte distance sur le chantier, par exemple d'un côté à l'autre de la rue, doivent être roulés manuellement ou soulevés et déplacés mécaniquement. Ils ne doivent pas être poussés ni tirés.

1.3 Déchargement : Des étiquettes d'avertissement souvent fixées aux éléments de blocage des chargements présentent des messages similaires à ce qui suit :



Voici des règles de sécurité à respecter lors de la réception et du déchargement des tuyaux:

1. Les camions doivent être stationnés sur un sol de niveau lors du déchargement.
2. Avant de défaire les chaînes, câbles ou sangles, une inspection doit être réalisée pour s'assurer que des cales sont bien en place aux deux extrémités de chaque poutre de support. Des corrections doivent être apportées lorsque des cales sont manquantes ou

inadéquatement fixées. En aucune circonstance les cales ne doivent être enlevées si un tuyau risque de rouler et causer des dommages ou des blessures.

3. Le personnel ne doit jamais se tenir sur, devant ou à côté d'un chargement de tuyaux une fois les dispositifs de retenue enlevés.

4. Les courroies d'acier doivent être coupées avec un outil à long manche pour sectionner les boulons ou les courroies. Les courroies ne doivent pas être coupées avec une hache, un ciseau ou un autre outil qui risqueraient d'endommager le tuyau ou son revêtement ou encore, causer des blessures. Les travailleurs ou tout autre personne se trouvant dans les environs du chargement doivent porter et utiliser les équipements de protection appropriés.

5. Le tuyau ne doit jamais être roulé hors du véhicule de transport ou jeté sur des vieux pneus ou autres types de coussins. Un chariot élévateur à fourche ou une grue doivent être utilisés pour le déchargement. Des précautions doivent être prises afin d'empêcher le tuyau de rouler ou de se déplacer pendant le déchargement. Le personnel qui n'est pas directement concerné par l'opération de déchargement doit se tenir à l'écart.



6. Lorsqu'ils ne sont pas déchargés des wagons par un chariot élévateur à fourche, les tuyaux sont généralement déchargés par un assemblage de câbles doté d'un gros crochet rembourré pour chaque extrémité du tuyau ou par des pinces à tuyau. Si le tuyau est expédié sur des cales d'espacement en bois, des élingues à boucle peuvent être utilisées pour le déchargement, de sorte que les boucles peuvent être placées facilement autour du centre du tuyau. Une grue peut être utilisée pour soulever le tuyau du wagon et le placer sur un camion afin de le livrer au site d'entreposage ou au chantier. L'opérateur de la grue doit prendre soin de ne pas frapper le tuyau contre la paroi du wagon ou un autre tuyau. Lorsqu'un tuyau est transporté de la voie ferrée au chantier par le camion, le tuyau doit être rechargé, attaché et manipulé avec soin, comme décrit précédemment.





1.4 Élingues : Une variété d'élingues sont disponibles pour manipuler le tuyau. Les élingues de nylon, d'une capacité de levage appropriée, sont particulièrement bien adaptées au levage des tuyaux en fonte ductile et des accessoires connexes.

1.5 Crochets : Les crochets utilisés aux extrémités du tuyau aux fins de déchargement doivent pouvoir s'adapter aux bouts mâles et femelles sans endommager le métal ou le pincer. Les crochets sont habituellement fabriqués à partir d'une barre ronde d'un pouce (2,5 cm) ou plus de diamètre, selon le diamètre du tuyau.

Les crochets doivent être rembourrés, des précautions doivent être prises pour ne pas endommager le revêtement intérieur et l'enduit du tuyau, les raccords ou les vannes et les poteaux d'incendie.

1.6 Pinces à tuyau : De nombreuses pinces à levage brevetées qui libèrent le tuyau automatiquement lorsque le câble du treuil est détendu sont disponibles sur le marché. Certaines pinces s'adapteront au diamètre extérieur de deux ou trois diamètres différents de tuyau alors que d'autres styles requièrent une pince différente pour chaque diamètre de tuyau manipulé. Des précautions doivent être prises lors de l'utilisation de pinces à tuyau à proximité de tranchées d'où dépassent des contreventements. Si le tuyau

entre en contact avec le contreventement, les pinces à tuyau pourraient relâcher celui-ci prématurément. Par temps froid, il faut prendre soin de s'assurer que les coussins de retenue du tuyau sur les pinces sont exempts de glace pour éviter que le tuyau glisse, ce qui pourrait entraîner des blessures.

Tous les dispositifs de levage doivent être inspectés, réparés et remplacés régulièrement.

1.7 Revêtements extérieurs spéciaux : Lorsque les tuyaux sont fournis avec des revêtements extérieurs spéciaux, les dispositifs de manipulation comme les élingues ou les pinces doivent être coussinées afin de prévenir tout dommage aux revêtements. De plus, ceux-ci doivent être inspectés pour détecter tout dommage une fois que le dispositif de levage et de manutention a été enlevé. En ce qui concerne les tuyaux recouverts de gaine de polyéthylène, les dommages doivent être réparés avec du ruban de polyéthylène ou en collant une section de polyéthylène avec du ruban par-dessus la zone endommagée.



1.8 Mise en pile : Les tuyaux entreposés pour une période prolongée ne doivent pas être empilés plus haut que les hauteurs indiquées dans le tableau suivant. Des morceaux de bois doivent être utilisés pour empêcher la rangée inférieure d'entrer en

contact avec le sol et ainsi éviter que les saletés ou les débris n'entrent dans les tuyaux. Les rangées successives doivent être placées pour alterner les bouts mâles et les bouts femelles. Au moins deux rangées de planches doivent être placées entre les rangées de tuyaux avec des cales clouées à chaque extrémité pour prévenir tout mouvement des tuyaux. À des fins de sécurité et de commodité, les tuyaux doivent être empilés séparément par diamètre.

Tableau 1

Hauteurs maximales suggérées d'empilage pour les tuyaux en fonte ductile

Diamètre du tuyau (pouces)	Nombre de rangées	Diamètre du tuyau (pouces)	Nombre de rangées
3	18*	20	6
4	16*	24	5
6	13*	30	4
8	11*	36	4
10	10*	42	3
12	9*	48	3
14	8*	54	3
16	7	60	3
18	6	64	3

*La hauteur d'empilage est limitée à environ 12 pieds à des fins de sécurité et de facilité de manipulation.

1.9 Raccords et accessoires : Les raccords, vannes et poteaux d'incendie doivent être vidangés et rangés là où ils ne seront pas endommagés par le gel, et manipulés de manière à prévenir les dommages. Les petits accessoires comme les joints d'étanchéité en caoutchouc, les boulons, les produits chimiques servant à la désinfection, les gaines de polyéthylène et les lubrifiants à joints qui sont nécessaires pour l'installation d'une conduite d'eau doivent être entreposés dans une cabane à outils mobile ou un cabanon jusqu'à ce qu'ils soient utilisés. Le lubrifiant pour les joints d'étanchéité en caoutchouc est livré dans des contenants scellés et doit être gardé propre pour faciliter la désinfection des canalisations principales.

1.10 Joints d'étanchéité : Les joints d'étanchéité des joints à emboîtement ou mécaniques utilisés dans les projets de distribution d'eau sont fabriqués en caoutchouc synthétique; ils doivent donc être

entreposés dans un endroit frais et à l'abri des rayons directs du soleil. De plus, ils ne doivent pas entrer en contact avec des produits à base de pétrole. Les joints d'étanchéité entreposés de cette façon pourront l'être, en général, pendant plusieurs années. Ils devront être utilisés en respectant l'ordre d'arrivée. Avant de les utiliser, les joints d'étanchéité doivent être inspectés pour détecter toute trace de craquelure ou de détérioration en créant une boucle comme on le ferait lors de son installation. Par temps froid, les joints d'étanchéité doivent être réchauffés pour faciliter leur installation. Les garnitures de caoutchouc SBR (styrène-butadiène) constituent la norme pour des températures de service normales allant jusqu'à 48,9 °C (120 °F) pour les joints mécaniques et 65,5 °C (150 °F) pour les joints à emboîtement. Des joints d'étanchéité spéciaux sont disponibles pour les températures plus élevées et d'autres exigences spéciales de service.

Les joints d'étanchéité des différents types de joints à emboîtement ne sont pas interchangeables; ils sont fabriqués spécifiquement pour un joint d'un fabricant particulier. Il faut donc prendre soin d'utiliser le bon joint d'étanchéité lors de l'assemblage du joint à emboîtement sur le tuyau en fonte ductile. La marque du produit ou la marque de commerce du fabricant, le diamètre du tuyau et d'autres renseignements pertinents sont indiqués sur chaque joint d'étanchéité pour faciliter leur identification.

Les tuyaux en fonte ductile ne se détériorent pas et sont imperméables lorsqu'ils sont en contact avec des hydrocarbures. Avec un réseau de tuyaux en fonte ductile, seuls les joints d'étanchéité peuvent être sujets à la perméation. Cependant, en raison de la zone de contact relativement faible entre le joint d'étanchéité et l'eau potable, la perméation par les joints des tuyaux en fonte ductile est peu susceptible d'être une source importante de contamination, à moins que le joint d'étanchéité ait été exposé à des produits chimiques organiques pures sur une période prolongée.

Certains matériaux servant à la fabrication de joints d'étanchéité résistent mieux que d'autres à la perméation et à la dégradation par les hydrocarbures. Bien que des essais sur d'autres matériaux servant à fabriquer des joints d'étanchéité aient montré des résultats prometteurs, les résultats à ce jour indiquent que les joints d'étanchéité de caoutchouc à base de fluorocarbures sont les plus résistants à la perméation. Les joints d'étanchéité fabriqués dans ce matériau sont disponibles pour les conduites en fonte ductile installées dans des zones contaminées ou susceptibles d'être contaminées par des hydrocarbures.

1.11 Livraison sur le chantier: Pour éviter toute manipulation inutile, les tuyaux et les accessoires doivent être placés aussi près que possible de la position qu'ils occuperont dans le réseau fini. Le tuyau est normalement placé à proximité de la tranchée du côté opposé au déblai. Les tuyaux sont généralement positionnés en fil le long de la tranchée, les cloches étant toutes orientées dans la même direction. Le tuyau doit être placé le long du chantier dans des endroits choisis de manière à empêcher les eaux pluviales de pénétrer dans le tuyau avant usage. Il est utile, lorsque c'est possible, de placer les tuyaux avec les extrémités (en particulier les cloches) surélevées par rapport au sol de manière à minimiser le nettoyage nécessaire avant l'installation.



Chapitre 2

La tranchée

2.1 Planification préalable à la construction :

Avant l'installation, la réalisation d'une vidéo du site des travaux est à considérer. Le réseau d'aqueduc doit être installé conformément à l'alignement et aux élévations établis par l'ingénieur. Cette précaution est généralement nécessaire dans les régions métropolitaines où les services publics souterrains situés dans les rues doivent être évités en passant par-dessus, dessous ou à côté d'eux. L'ingénieur établit l'emplacement de ces structures et fournit des plans et profils détaillés de l'installation.

Le contremaître des travaux de pose des conduites doit planifier les travaux d'excavation, l'équipement et la main-d'œuvre nécessaires pour respecter les plans fournis et inspecter soigneusement le chantier avant d'apporter l'équipement sur les lieux.

Lorsque l'espace réservé à l'équipement est limité, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser de petites excavatrices de tranchée. Certaines rues ou ruelles urbaines sont parfois si étroites qu'il faut effectuer les travaux d'excavation à la main, avec une petite rétrocaveuse ou excavatrice.

À l'opposé de ces conditions, on trouve des installations en zones rurales où les sections de tuyau peuvent être alignées sur une longue distance avant même de procéder aux travaux d'excavation. Une plus grande longueur de tranchée peut être ouverte avant l'arrivée de l'équipe de pose du tuyau et il y est également plus facile de contrôler les conditions de sécurité. Les équipes de travail peuvent être organisées en supposant que de longues sections de conduites seront installées chaque jour. Si les longueurs de tuyaux et de raccords n'ont pas été positionnées le long de la tranchée à l'avance, une planification doit être faite pour leur livraison au chantier au besoin.

2.2 Arbres, arbustes et pelouses : Des instructions écrites doivent être obtenues de l'ingénieur concernant la destruction, l'enlèvement ou la préservation d'arbres, d'arbustes, de pelouses et de clôtures le long de la conduite. Il est souvent possible de creuser des tunnels sous de gros arbres, mais les arbustes, buissons et petits arbres doivent être enlevés et conservés à un emplacement d'entreposage et entretenus ou détruits et remplacés ultérieurement.

2.3 Autres services publics : Des réunions préalables à la construction doivent être organisées pour les projets majeurs. Avant de faire des travaux d'excavation dans les rues d'une ville, tous les services publics concernés doivent être avisés par écrit de sorte que leurs structures dans l'emprise puissent être localisées. Certaines rues et autoroutes comportent un enchevêtrement de tuyaux, d'égouts, de câbles électriques et de conduits pour les réseaux téléphoniques. Contactez Info-Excavation pour faire repérer les installations de services publics à l'avance. Aucune excavation ne devrait commencer avant d'avoir obtenu les autorisations nécessaires de toutes les compagnies de services publics.



Lorsque des obstacles imprévus exigent que les plans soient modifiés, le devis peut exiger l'approbation du propriétaire concernant l'enlèvement, la relocalisation ou la reconstruction des obstacles. Ces précautions font économiser du temps et de l'argent au maître d'oeuvre, aux ingénieurs et aux équipes de travail. Par exemple, la rupture d'une canalisation de gaz naturel causée par une rétrocaveuse peut entraîner l'évacuation des résidents de plusieurs pâtés de maisons pendant que les réparations sont effectuées. La réparation de câbles téléphoniques souterrains endommagés est également coûteuse.

Il faut faire preuve d'une grande prudence, lors des travaux d'excavation, afin d'éviter de détruire les installations d'utilités publiques existantes ou de provoquer l'interruption des services qu'elles fournissent.

2.4 Services de gaz : Si l'équipement d'excavation endommage une canalisation de gaz naturel, la compagnie de gaz doit être immédiatement avisée de la situation. La réparation d'une canalisation de gaz doit être effectuée uniquement sous la supervision d'un employé autorisé de la compagnie de gaz. Si des installations de gaz non localisées sont découverts en cours de route, un agent de la compagnie de gaz doit être présent sur le chantier pour effectuer toutes les réparations nécessaires. Les fissures ou dommages visibles aux installations de gaz se trouvent en général dans la partie à l'air libre de la tranchée et sont facilement réparables, mais l'expérience a démontré qu'une secousse ou un coup d'une pelle d'excavation peut desserrer un joint ou un raccordement entre la canalisation et la maison qu'elle dessert. Une telle situation peut entraîner une fuite de gaz pouvant provoquer une explosion. Un agent compétent de la compagnie de gaz doit superviser toutes les réparations.

2.5 Égouts sanitaires : Les branchements d'égout sanitaire placés à la même élévation que la canalisation principale d'aqueduc peuvent causer des problèmes. Dans cette situation, il est généralement plus facile d'abaisser légèrement l'élévation de la

conduite d'eau afin d'éviter les égouts. La prudence est de mise lors des travaux d'excavation afin de ne pas endommager les égouts sanitaires. En cas de dommages, un égout temporaire doit être installé aussitôt que possible. Le superviseur des travaux doit connaître les réglementations locales et provinciales précisant les exigences d'espacement minimal entre les conduites d'eau potable et d'égouts.

Tous les branchements d'égouts doivent être dans le même état après les travaux qu'ils l'étaient avant.

2.6 Excavation de la tranchée : Dans la plupart des cas, les ingénieurs exigent que le tuyau soit installé avec une épaisseur minimale de remblai, laquelle dépend habituellement de la ligne de gel dans les régions septentrionales et des conditions de charge de surface dans les régions méridionales. Chaque compagnie d'utilités publiques ou chaque municipalité a établi des procédures pour cette partie des travaux d'excavation. La profondeur de la tranchée et le type de sol sont très importants car ils régissent la nécessité d'étayer la tranchée pour l'installation de conduites d'aqueduc. Certains sols résisteront bien à un support minimal alors que d'autres exigent un étayage très robuste. L'excavation doit être conforme aux réglementations fédérales, provinciales et locales.

L'enlèvement de la chaussée fait aussi partie des travaux d'excavation. Le revêtement doit être brisé en lignes droites avec les outils et méthodes appropriés.

Une couverture minimale de 2,5 à 3 pieds est généralement souhaitable pour les canalisations d'aqueduc afin de fournir un coussin suffisant pour amortir les chocs causés par la circulation automobile. Dans les régions septentrionales où les conditions de gel sont rigoureuses, le tuyau est souvent enfoui sous un remblai de 8 pieds ou plus.

2.7 Fond de la tranchée : Le fond de la tranchée doit être droit et uniforme afin que le sol fournisse au tuyau l'appui nécessaire sur toute la longueur du fût. Des sols de fondation mous peuvent s'avérer un problème dans les zones marécageuses ou dans le sable lâche. Le fond de la tranchée peut être amélioré en ajoutant de la pierre concassée ayant jusqu'à 2 po de diamètre. La pierre doit être compactée et, au besoin, des couches de pierre supplémentaires peuvent être ajoutées pour amener le fond de la tranchée au niveau requis. Il est déconseillé de frapper le tuyau avec la pelle de la rétrocaveuse pour obtenir la fondation voulue en raison de la possibilité de causer des dommages au tuyau et/ou au revêtement intérieur. Dans des cas extrêmes, il peut être nécessaire d'enfoncer des pieux et d'utiliser des contreventements ou d'attacher le tuyau aux pieux pour maintenir l'alignement et le niveau. Dans un tel cas, des calculs de conception appropriés pour un tuyau supporté doivent être utilisés.



2.8 Trous pour bouts femelles : Il faut prévoir des trous dans le fond de la tranchée pour recevoir les bouts femelles à chaque joint, sans toutefois être plus larges que nécessaire pour à l'assemblage du joint (afin d'obtenir les chevauchements de gaine de polyéthylène requis, lorsque précisés) et s'assurer que le fût du tuyau repose bien à plat au fond de la tranchée. Les joints de type à emboîtement n'exigent qu'une dépression minimale pour les bouts femelles. Le tuyau doit normalement être installé en insérant la partie mâle (extrémité unie) du tuyau dans le bout femelle du tuyau installé précédemment. Occasionnellement, il peut être nécessaire de procéder à l'inverse (bout femelle insérée sur l'extrémité mâle du tuyau précédemment installé). Cette pratique est normalement déconseillée, car il faut alors creuser des trous plus larges pour les bouts femelles ce qui a pour résultat d'exiger un remblai supplémentaire pour les nouveaux bouts femelles.

2.9 Largeur de la tranchée : La largeur de la tranchée doit être suffisante pour permettre l'installation appropriée du tuyau et laisser suffisamment d'espace pour assembler les joints et compacter le remblai autour du tuyau. La largeur dépend de la taille du tuyau, du type de sol et du type d'équipement d'excavation utilisé. Le tableau suivant servira de guide pour déterminer la largeur de la tranchée :

Tableau 2
Largeur de tranchée suggérée

Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Largeur de la tranchée (pouces)	Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Largeur de la tranchée (pouces)
3	27	20	44
4	28	24	48
6	30	30	54
8	32	36	60
10	34	42	66
12	36	48	72
14	38	54	78
16	40	60	84
18	42	64	88

2.10 Excavation dans le roc : Le roc doit être creusé de manière à ce qu'il y ait au moins 6 pouces entre le roc et la partie inférieure et les côtés du tuyau pour les diamètres allant jusqu'à 24 pouces et au moins 9 pouces pour les diamètres de 30 pouces et plus. Lorsque les travaux d'excavation sont terminés, un lit de sable, de pierre concassée ou de terre exempte de cailloux ou de grosses mottes doit être créé au fond de la tranchée, nivelé et compacté jusqu'aux profondeurs mentionnées ci-dessus. Une règle peut être utilisée pour vérifier le fond de la tranchée et détecter les points hauts du roc qui pourraient traverser la couche de remblai.

Le mot « roc » s'applique aussi aux formations de gros gravier dans lesquelles des pierres lâches de plus de 8 pouces de diamètre peuvent être présentes. Ces pierres doivent être enlevées de la tranchée et exclues du remblai. Cette même pratique doit être observée si la tranchée passe par des piles d'éléments de maçonnerie abandonnés, de gros morceaux de béton ou d'autres débris. Le tuyau ne doit pas reposer sur des murs de maçonnerie, des piliers, des fondations ou autres structures souterraines rigides qui peuvent être rencontrées pendant les travaux d'excavation. De tels

obstacles doivent être enlevés sous le tuyau jusqu'aux profondeurs mentionnées précédemment, et un coussin de matériau convenable doit être installé. De la même manière, toutes les structures temporaires de support du tuyau doivent être enlevées avant d'effectuer le remblayage, y compris les poutres en bois.



2.11 Dynamitage : Il peut être nécessaire de recourir au dynamitage pour débarrasser la tranchée de grosses pierres, de fondations et de piliers. Afin d'assurer la sécurité de l'équipe de pose, les opérations de dynamitage doivent être réalisées par du personnel titulaire des permis nécessaires et avant que se présente l'équipe de pose. La tranchée doit être recouverte avec un matelas de protection lesté avant que les charges d'explosif soient allumées et le tuyau doit être protégé contre les chutes de roc et de débris. Les tranchées dynamitées dans le roc doivent être plus profondes et plus larges que celles créées

dans de bonnes conditions de sol afin de laisser suffisamment d'espace pour la mise en place du matériel de protection autour et sous le tuyau.

Les règlements locaux régissent généralement le dynamitage et l'obtention d'un permis peut être requis.

2.12 Barricades et sécurité : La sécurité du public doit être une priorité en tout temps. Le matériel retiré de la tranchée doit être empilé du côté de la tranchée qui se trouve le long de la rue, de manière à former une barrière pour empêcher les véhicules de tomber dans la tranchée. Si le matériau déblayé ne peut être utilisé, des barricades doivent être placées et déplacées au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Des panneaux de signalisation de chantier, des garde-fous, des feux clignotants d'avertissement et des signaleurs doivent être disponibles pour protéger le public. Les matériaux de déblai lâches doivent être enlevés et les trottoirs nettoyés aussi souvent que possible. Il faut empêcher les enfants de jouer dans les zones de travaux. Des fusées éclairantes ou des feux clignotants d'avertissement doivent être utilisés la nuit de manière à rendre les déblais, les tuyaux et les autres accessoires bien visibles.

Des trottoirs de bois d'au moins 4 pieds (1,2 mètres) de largeur munis de garde-fous doivent être fournis lorsque les travaux de tranchée détruisent les trottoirs normalement réservés aux piétons. Les autorités provinciales ou locales exigent normalement de se conformer aux mesures de sécurité établies.

2.13 Étayage : En plus des considérations liées à la sécurité du public, des mesures de sécurité doivent être prises par le personnel sur le chantier. La nécessité d'étayer la tranchée dépend de la nature du sol et de la profondeur de la tranchée. En plus des exigences gouvernementales de nombreuses villes, provinces et agences fédérales ont publié des réglementations sur les exigences d'étayage. Le sable, l'argile lâche et la terre végétale sont les types de sol les plus susceptibles de s'effondrer et de glisser sur les travailleurs. Plusieurs argiles ont tendance à se fendre

sur un plan vertical et à tomber dans la tranchée. Les charges adjacentes à la tranchée ouverte imposées par les déblais et l'utilisation d'équipement lourd réduiront également la stabilité des parois de la tranchée.

Dans les tranchées profondes, un ingénieur doit concevoir l'étaiyage de manière à ce qu'il puisse résister adéquatement à la charge horizontale des terres. Après avoir installé le tuyau, cet étaiyage peut être enlevé et déplacé pour être réutilisé.

2.14 Mouvement du sol et sol expansible :

Certains sols en argile dense prennent de l'expansion et se contractent lorsqu'ils sont soumis à des conditions humides ou sèches. Les crevasses qui se forment pendant les périodes de sécheresse peuvent fréquemment atteindre de grandes profondeurs. Lorsque des conditions humides reviennent, le sol argileux absorbe l'humidité et prend de l'expansion, exerçant des pressions de gonflement aussi élevées que 17 500 livres au pied carré (lb/pi²). En raison de sa résistance et de sa flexibilité exceptionnelle, les tuyaux en fonte ductile sont souvent recommandés pour les installations dans des régions où le sol est expansible.

2.15 Sol corrosif : Bien que la majorité des sols ne soient pas corrosifs pour les tuyaux en fonte





ductile, certains types de sol, notamment les zones d'enfouissement, les marécages, les marais, les sols alcalins, les lits de mâchefer et les rivières polluées sont considérés comme étant potentiellement corrosifs pour les tuyaux en fonte. En raison de ses exigences d'installation et de maintenance, la protection cathodique ne doit être utilisée, sur les tuyaux en fonte ductile, qu'après avoir pris en considération tous les aspects de son utilisation, y compris la nécessité d'effectuer des interventions régulières de vérification et de maintenance du système. De plus, étant donné que le sol corrosif peut s'infiltrer dans le remblai, comme le sable et le limon, l'utilisation d'un matériau de remblai de remplacement n'offre qu'une protection temporaire contre la corrosion.

Depuis les années 1920, DIPRA réalise des recherches sur l'évaluation des sols pour définir les caractéristiques potentiellement corrosives et développer des mesures visant à protéger les tuyaux en fonte ductile contre les sols agressifs. En 1964, CIPRA (maintenant DIPRA) a mis au point une méthode d'évaluation des sols en dix points pour identifier les sols corrosifs; celle-ci est incluse en annexe à la norme ANSI/AWWA C105/A21.5. Plus récemment, afin de mieux servir les secteurs de la distribution d'eau et du traitement des eaux usées, DIPRA et Corrpro Companies inc. ont regroupé leurs vastes connaissances et expériences pour développer

une solution pratique et économique de contrôle de la corrosion. Le résultat est le Design Decision Model™ (DDM™) que DIPRA et Corrpro utilisent comme outil pour lutter contre la corrosion dans les projets de réseau d'alimentation et de distribution en fonte ductile. Le DDM™ est le prolongement de la méthode d'évaluation des sols en dix points et son développement n'a pas été prévu pour invalider le système à dix points. Le système à dix points traite de la possibilité de corrosion, alors que le DDM™ traite également des conséquences d'une défaillance à déterminer une stratégie de contrôle de la corrosion. Le système à dix points est une méthode précise et fiable d'évaluation des sols pour déterminer si une protection contre la corrosion est jugée nécessaire pour le tuyau en fonte ductile. Il peut donc continuer à être utilisé en toute confiance.

Pour la plupart des sols considérés comme étant corrosifs pour la fonte ductile, l'utilisation d'une gaine en polyéthylène fournit un moyen de protection tant efficace qu'économique. Pour les milieux « exceptionnellement rigoureux », tels que définis par l'annexe A de la norme ANSI/AWWA C105/A21.5 et la section 5 de la matrice DDM™, une protection cathodique devrait être considérée. Pour toute installation de tuyaux en fonte ductile où l'utilisation d'une gaine de polyéthylène s'avère nécessaire, celle-ci doit être installée conformément à la norme ANSI/AWWA C105/A21.5.

Bien que la gaine de polyéthylène doit prévenir le contact entre le tuyau et les matériaux de remblai et d'assise environnants, elle n'a pas été prévue pour être entièrement étanche à l'air ou à l'eau. Les mottes d'argile, de boue, les cendres ou autres matières qui peuvent se trouver à la surface du tuyau doivent être éliminées avant de procéder à l'installation de la gaine de polyéthylène. Il faut éviter que de la terre ou du gravier soit emprisonné entre le tuyau et le polyéthylène.

Le polyéthylène doit épouser le contour du tuyau de manière à être bien ajusté sans être trop serré et ne

laisser qu'un espace minimal entre le polyéthylène et le tuyau. Un jeu suffisant doit être laissé afin de prévenir tout étirement du polyéthylène lors du passage sur des surfaces irrégulières comme les jonctions bouts mâles et femelles, les joints boulonnés ou les raccords et pour éviter les dommages du polyéthylène durant les opérations de remblayage. Les chevauchements et les extrémités doivent être bien fixés avec du ruban adhésif ou des attaches en plastique.

Lors de l'installation d'un tuyau qui sera enfoui sous la nappe phréatique ou dans des zones soumises à l'action des marées, il est recommandé de sceller le mieux possible les deux extrémités de la gaine de polyéthylène avec du ruban adhésif ou des attaches en plastique au niveau du chevauchement des joints de la gaine. De plus, il est recommandé de placer du ruban adhésif sur toute la circonférence ou des attaches en plastique à des intervalles de 60 cm (2 pi) le long du fût du tuyau de manière à minimiser l'espace entre la gaine de polyéthylène et le tuyau.

En 2013, DIPRA a introduit la gaine de polyéthylène amélioré V-Bio®. La gaine de polyéthylène amélioré V-Bio^{MD} profite des technologies de coextrusion qui entrent dans la fabrication du film de polyéthylène. Elle se compose de trois couches de film de polyéthylène linéaire à faible densité dont la couche intérieure est infusée d'un agent antimicrobien qui traite la « corrosion microbiologique » (CMB) et d'un inhibiteur de la corrosion pour prévenir activement la formation d'une cellule de corrosion galvanique sous la gaine. Les trois couches coextrudées sont fusionnées en une seule et la gaine de polyéthylène amélioré V-Bio^{MD} est fournie sous forme d'un tube.

Comme pour tous les moyens de protection, une installation adéquate est essentielle à l'efficacité de la gaine de polyéthylène. Toutefois, la séquence d'installation est moins importante que la qualité et le soin pris pendant l'installation et la réalisation de prises sous pression subséquentes (voir la section 8.1 de ce guide).

ANSI/AWWA C105/A21.5

Méthodes d'installation



Méthode A modifiée

Il s'agit d'une modification de la méthode A qui utilise une longueur de tube de polyéthylène pour chaque longueur de section de tuyau. Dans cette méthode modifiée, une extrémité du tube est fixée à la partie mâle du tuyau avant de créer le joint. Un chevauchement de 12 po est obtenu en rabattant le film restant par-dessus le joint de la section de tuyau précédente.



Méthode A

Dans cette méthode, qui est privilégiée par la plupart des services publics et des entrepreneurs, une longueur de gaine de polyéthylène, chevauchant la prochaine au niveau des joints, est utilisée pour chaque longueur de tuyau.



Méthode B

Une longueur de gaine de polyéthylène est utilisée pour le fût du tuyau et une longueur distincte de gaine ou des feuilles de polyéthylène sont utilisées pour les joints. Remarque : La méthode B est déconseillée pour les joints de type boulonnés, à moins qu'une couche supplémentaire de polyéthylène ne soit fournie par-dessus la zone des joints, comme dans les méthodes A et C.



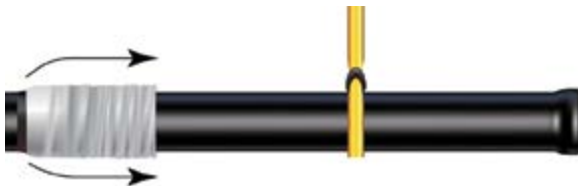
Méthode C

Chaque section de tuyau est complètement enveloppée d'une feuille plate de polyéthylène.

Méthode A modifiée : Guide d'installation pas-à-pas

Bien que la norme ANSI/AWWA C105/A21.5 décrive quatre méthodes différentes d'installation d'une gaine de polyéthylène, la plupart des services d'utilités publiques et des entrepreneurs préfèrent utiliser une certaine forme de la méthode A. Deux des méthodes les plus populaires sont décrites ci-après.

Méthode A modifiée : Conditions de tranchée normales sèches



Étape 1.

Coupez une section de gaine de polyéthylène plus longue d'environ 60 cm (2 pi) que la section de tuyau. Éliminez tous les amas d'argile, de boue, de cendres ou autres qui se sont accumulés sur la surface du tuyau pendant son entreposage. Enfilez la gaine de polyéthylène sur le tuyau en commençant par l'extrémité mâle. Repliez la gaine en accordéon à l'extrémité du tuyau. Tirez sur l'extrémité pendante de la gaine jusqu'à ce que l'extrémité du tuyau soit exposée.



Étape 2.

Ramassez le mou de la gaine le long du fût pour créer un ajustement étroit de la gaine sans être trop serré. Repliez l'excès de polyéthylène sur le dessus du tuyau.



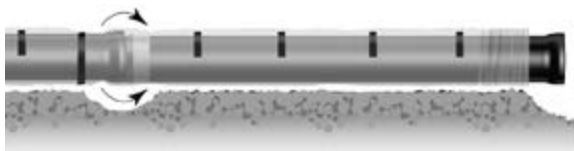
Étape 3.

Creusez un trou peu profond au fond de la tranchée à l'emplacement de l'emboîtement de manière à faciliter l'installation de la gaine de polyéthylène. Descendez le tuyau dans la tranchée et effectuez l'emboîtement avec la section précédente de tuyau.



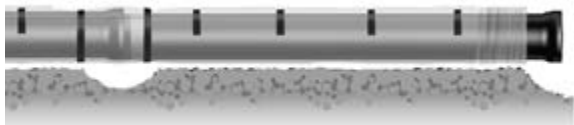
Étape 4.

Déplacez le câble à l'extrémité de la cloche du tuyau et soulevez ce dernier légèrement pour fournir un dégagement suffisant pour glisser la gaine. Étalez la gaine sur toute la longueur du fût du tuyau. Remarque : Assurez-vous qu'aucune terre ni aucun autre matériau d'assise n'est resté emprisonné entre la gaine et le tuyau.



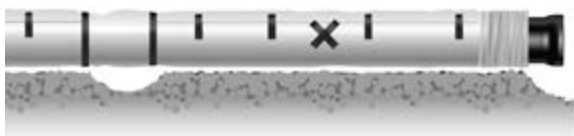
Étape 5.

Faites chevaucher la gaine de polyéthylène en étirant le polyéthylène précédemment mis en accordéon sur la longueur de tuyau précédente et en le fixant bien en place. Remarque : Le polyéthylène doit être fixé en place par du ruban adhésif ou des courroies d'attache en plastique.



Étape 6.

Chevauchez l'extrémité de la gaine fixée sur celle de la nouvelle section de tuyau. Fixez en place l'extrémité de la nouvelle gaine.



Étape 7.

Réparez toutes les petites écorchures, déchirures et tous les autres dommages à la gaine avec du ruban adhésif. Si la gaine de polyéthylène est très endommagée, réparez la zone endommagée avec une feuille de polyéthylène et scellez les bords de la zone réparée avec du ruban adhésif.



Étape 8.

Remblayez soigneusement la tranchée selon les directives stipulées dans la norme AWWA C600. Pour prévenir tout dommage pendant le remblayage, laissez suffisamment de mou dans la gaine au niveau du joint. Le remblayage doit être exempt de cendres, pierres, blocs rocheux, clous, bâtons ou de toute autre matière qui risquerait d'endommager le polyéthylène. Évitez d'endommager le polyéthylène lors de l'utilisation d'un dispositif de compactage.

Méthode A modifiée alternative: Conditions de tranchée humide

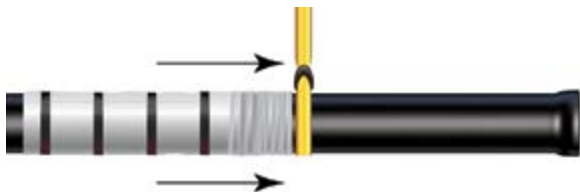
Dans les conditions de tranchée pâteuse et humide, le tuyau doit être complètement couvert par le tube de polyéthylène avant d'être descendu dans la tranchée. Cette méthode alternative est illustrée ci-dessous.



Étape 1.

Coupez une section de tube de polyéthylène plus longue d'environ 2 pieds que celle de la section de tuyau. Éliminez tous les amas d'argile, de boue, de cendres de remplissage ou autres qui se sont accumulés sur la surface du tuyau pendant son entreposage. Enfilez la gaine de polyéthylène sur le tuyau en commençant par l'extrémité mâle. Repliez le tube en accordéon

à l'extrémité du tuyau. Repliez l'extrémité pendante du tube et collez-la au fût du tuyau derrière la ligne d'insertion, à environ 12 pouces de l'extrémité mâle. Après l'assemblage du joint, le ruban doit être aussi près que possible de la face de l'extrémité femelle, sans toutefois être trop près de l'extrémité mâle afin de ne pas interférer avec le joint d'étanchéité.



Étape 2.

Ramassez l'excédent du tube le long du fût pour créer un ajustement étroit du tube sans être trop serré. Entourez le tuyau de ruban adhésif en laissant environ 2 pieds entre chaque tour de ruban jusqu'à ce qu'il ne reste plus de surface à entourer. Cette étape est extrêmement importante pour éviter que le tube pende au bas du tuyau.



Étape 3.

Creusez un trou peu profond pour l'extrémité femelle au fond de la tranchée, descendez le tuyau et effectuez le joint. Glissez l'élingue sur l'extrémité de la cloche et soulevez-la légèrement pour fournir un dégagement suffisant permettant de glisser le tube sur l'extrémité. Continuez de replier le tube en le serrant sur le tuyau à l'aide de ruban adhésif à des intervalles de 2 pieds pour bien fixer le tube de polyéthylène.



Étape 4.

Créez le chevauchement du tube de polyéthylène en tirant vers l'arrière le polyéthylène précédemment replié sur le tuyau précédent et en s'assurant qu'il y ait un chevauchement d'au moins 12 pouces. Fixez le polyéthylène en place derrière l'extrémité femelle précédente avec du ruban adhésif sur toute la circonférence.

Étape 5.

Réparez tout dommage au polyéthylène et remblayez conformément à la norme AWWA C600 et tel que décrit dans les étapes 7 et 8 de la méthode A modifiée.

Pour tout problème avec l'installation de la gaine de polyéthylène ou si vous avez des questions à ce sujet, contactez DIPRA ou l'un de ses membres.

Tableau 3

Largeurs minimales des tubes de polyéthylène à plat pour tuyaux à joints à emboîtement*

*Des tubes plus larges peuvent être requis pour d'autres types de joints.

Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Gaine plate largeur (pouces)	Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Gaine plate largeur (pouces)
3	14	20	41
4	14	24	54
6	16	30	67
8	20	36	81
10	24	42	81
12	27	48	95
14	30	54	108
16	34	60	108
18	37	64	121

Installation d'un tuyau avec protection avec gaine de polyéthylène



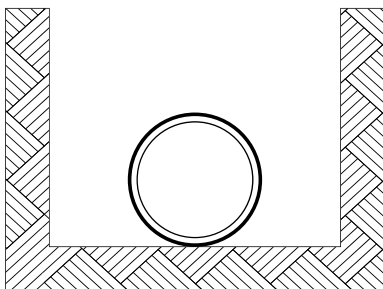


Chapitre 3

Installation du tuyau

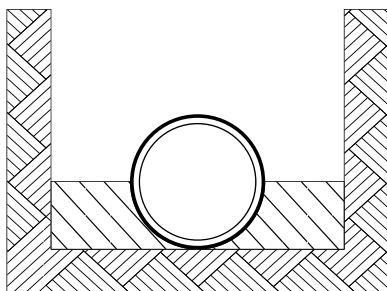
3.1 Conditions de pose standard : Les conditions de pose, en ce qui concerne le fond de la tranchée, sont généralement précisées par l'ingénieur ou le responsable du service d'utilités publiques. La norme ANSI/AWWA C150/A21.50 décrit cinq conditions de pose standard.

Conditions de pose



Type 1*

Tranchée à fond plat.† Remblai non compacté.



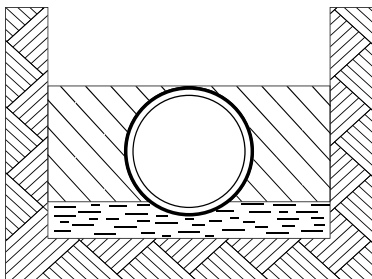
Type 2

Tranchée à fond plat.† Remblai légèrement compacté jusqu'à l'axe centrale du tuyau.

*Pour un tuyau de 14 pouces de diamètre et plus, il faut envisager l'utilisation de conditions de pose autres que celles de type 1.

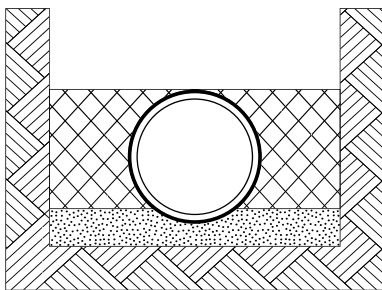
† Le terme « fond plat » se définit par « sol non remanié ».

Conditions de pose



Type 3

Tuyau installé sur un sol non compacté d'au moins 4 pouces d'épaisseur. ^{††} Remblai légèrement compacté jusqu'au-dessus du tuyau.



Type 4

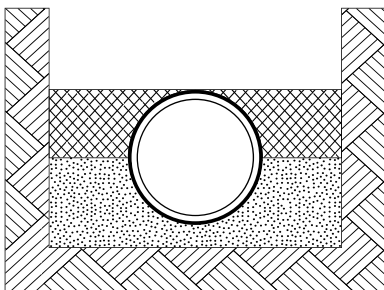
Tuyau installé sur une couche d'une épaisseur minimale de 4 pouces de sable, de gravier ou de pierre concassée qui remonte jusqu'à 1/8 du tuyau. Remblai compacté jusqu'au-dessus du tuyau. (Jusqu'à environ 80 % du Proctor Standard, AASHTO T-99.)^{**}

^{††}Les termes « sol non compacté » ou « matériau de choix » se définissent par un « sol d'origine provenant de la tranchée, exempt de roches, de corps étrangers et de terre gelée ».

^{**}AASHTO T-99 « Standard Method of Test for the Moisture-Density Relations of Soils Using a 5.5 lb (2.5 kg) Rammer and a 12 in. (305 mm) Drop. » (Méthode standard d'essai pour les relations humidité-densité

des sols à l'aide d'un pilon de 2,5 kg [5,5 lb] et d'une chute de 305 mm [12 po]) Disponible auprès de l'American Association of State Highway and Transportation Officials, 444 N. Capital St. N.W., Washington, DC 20001.

Conditions de pose



Type 5

Tuyau installé jusqu'à son axe central sur un matériau granulaire compacté d'un minimum de 4 pouces d'épaisseur sous le tuyau. Matériau granulaire compacté§ ou de choix** jusqu'au-dessus du tuyau. (Jusqu'à environ 90 % du Proctor Standard, AASHTO T-99.)**

§ Les matériaux granulaires sont définis selon le système de classification des sols de l'AASHTO (norme ASTM D3282) ou le Unified Soil Classification System (ASTM D2487), à l'exception du gravier/remblai adjacent au tuyau qui se limite à des particules d'une taille maximale de 2 pouces selon la norme ANSI/AWWA C600.

**Les termes « sol non compacté » ou « matériau de choix » se définissent par un « sol d'origine provenant de la tranchée, exempt de roches, de corps étrangers et de terre gelée ».

**AASHTO T-99 « Standard Method of Test for the Moisture-Density Relations of Soils Using a 5.5 lb (2.5 kg) Rammer and a 12 in. (305 mm) Drop. » (Méthode standard d'essai pour les relations humidité-densité des sols à l'aide d'un pilon de 2,5 kg [5,5 lb] et d'une chute de 305 mm [12 po]) Disponible auprès de l'American Association of State Highway and Transportation Officials, 444 N. Capital St. N.W., Washington, DC 20001.

3.2 Nettoyage des bouts femelles et des

extrémités unies : Pour empêcher le déplacement des joints d'étanchéité et les fuites, il faut débarrasser les bouts unis et les rainures réservées aux joints d'étanchéité des bouts femelles du sable, de la saleté, des surplus d'enduits, de la glace et de tout autre corps étranger qui s'y trouvent.

3.3 Mise en place du tuyau dans la tranchée :

Avant de descendre une section de tuyau dans la tranchée, celui-ci doit être inspecté pour détecter tout dommage, de même que la présence de saleté et de corps étrangers comme des outils, des vêtements, etc. à l'intérieur du tuyau. Si de la boue et de l'eau provenant de la tranchée se sont accumulées ou ont coulé dans le tuyau, l'intérieur doit être nettoyé avec une puissante solution chlorée puis lavé ou rincé. Cette précaution vous épargnera du temps et de l'argent lors de la désinfection de la conduite d'eau principale.

Le tuyau doit être manipulé avec un équipement motorisé et doit être descendu dans la tranchée à l'aide de pinces à tuyau ou des élingues. Il ne faut jamais pousser le tuyau pour le faire tomber dans la tranchée.

Si une élingue câblée est utilisée autour du centre du tuyau, un bloc de bois doit être placé entre le tuyau et le câble de manière à réduire la probabilité de glissement.

Les raccords, vannes et poteaux d'incendie doivent être descendus dans la tranchée à l'aide d'une corde ou d'un treuil motorisé, selon leurs dimensions. La corde ou l'élingue ne doivent pas être attachées à la tige de la vanne, et en aucune circonstance on ne doit laisser tomber ces accessoires dans la tranchée.



3.4 Sens de pose des bouts femelles : Bien que la pratique courante consiste à poser les tuyaux avec les bouts femelles orientés dans la direction dans laquelle progressent les travaux, il ne s'agit pas là d'une consigne obligatoire. Lorsque la conduite principale est posée en pente descendante par exemple, les tuyaux sont à l'occasion posés avec les bouts femelles orientés vers l'amont pour faciliter l'installation. Le sens de pose des bouts femelles n'est pas relié au sens d'écoulement dans la conduite. Consultez la section 2.8, Trous pour bouts femelles, pour des renseignements supplémentaires relativement au sens de pose des bouts femelles.

3.5 Bouchons pour tuyaux : Lorsque les travaux de pose du tuyau ne sont pas en cours, les extrémités ouvertes du tuyau doivent être fermées par un bouchon étanche à l'eau ou par d'autres moyens approuvés par le maître d'oeuvre. Le bouchon doit être muni d'un évent, et, si possible, rester en place jusqu'à ce que la tranchée ait été complètement asséchée par pompage. La pression d'air ou d'eau dans le tuyau doit être libérée avant d'enlever le bouchon. Des mesures doivent être prises pour empêcher que le tuyau se mette à flotter en cas d'inondation de la tranchée.

3.6 Joints à emboîtement : Le joint à emboîtement se compose d'un bout femelle, d'un bout uni et d'un joint d'étanchéité en caoutchouc. Le bout femelle est dotée d'une rainure à l'intérieur de laquelle le joint d'étanchéité approprié est installé. Le bout uni est biseauté. Le joint est assemblé en poussant l'extrémité unie dans le bout femelle, ce qui a pour effet de comprimer le joint d'étanchéité et de rendre le joint étanche. Différents modèles de joint à emboîtement sont utilisés par les différents fabricants de tuyaux en fonte ductile. Par conséquent, le bout femelle est différent pour chaque type de joints d'étanchéité, et ceux-ci ne sont pas interchangeables. Toutefois, le diamètre extérieur de tous les tuyaux en fonte ductile d'un même diamètre est normalisé, quel que soit le fabricant. Il faut s'assurer d'utiliser le joint d'étanchéité approprié pour le modèle de joint installé et qu'il soit orienté dans la bonne direction. Les illustrations suivantes soulignent les étapes à suivre pour la réalisation d'un joint.

Lorsque le tuyau est coupé sur place, biseautez le bout uni avec une lime résistante, une meuleuse pneumatique ou tout autre dispositif approprié et éliminez tout bord coupant. Les réglementations gouvernementales ne permettent pas de créer le biseau avec la lame d'une scie utilisée pour couper le tuyau. Se fier à un biseau fait en usine comme guide pour la bonne forme à créer.

Des raccords à joints à emboîtement ou à joints mécaniques peuvent être utilisés avec les tuyaux à joints à emboîtement. Le bout uni du tuyau est doté d'une ou deux lignes peintes qui permettent de déterminer si le bout uni est correctement positionné dans le bout femelle. Les instructions du fabricant du tuyau doivent être observées concernant l'emplacement de ces lignes après l'assemblage.

Assemblage des joints à emboîtement



1. Nettoyez soigneusement la rainure et le bout femelle du tuyau ou du raccord; nettoyez également le bout uni du tuyau à raccorder. Avec un joint d'étanchéité de modèle approprié pour le joint à assembler, faites une petite boucle dans le joint d'étanchéité et insérez- le dans le bout femelle. Pour les tuyaux ayant plus de 20 pouces de diamètre, il peut être nécessaire de faire deux boucles dans le joint d'étanchéité (à 6 et 12 heures). Assurez-vous que le joint d'étanchéité est orienté dans la bonne direction et qu'il est bien installé. *Remarque : Par temps froid, il peut s'avérer nécessaire de réchauffer le joint d'étanchéité pour faciliter son insertion.*



2. Appliquez du lubrifiant sur la partie exposée du joint d'étanchéité et sur le bout uni du tuyau ou du raccord, conformément aux recommandations du fabricant du tuyau. N'appliquez pas de lubrifiant sur le bout femelle ou sur la partie du joint d'étanchéité en contact avec le bout femelle. Le lubrifiant est fourni dans des contenants stériles et tous les efforts doivent être pris pour le garder stérile. Pour les joints utilisés sous l'eau ou en milieu très humide, un lubrifiant pour joints relativement insoluble à l'eau est disponible et doit être utilisé.



3. Assurez-vous que le biseau du bout uni a été effectué selon les recommandations du fabricant. Des bords carrés ou coupants peuvent avoir pour conséquence d'endommager ou de déloger le joint d'étanchéité et entraîner une fuite. Lorsque le tuyau est coupé en chantier, biseautez le bout uni avec une lime résistante ou une meuleuse pour éliminer tous les bords coupants. Ne vous servez pas d'une lame de scie pour biseauter l'extrémité. Poussez le bout uni dans le bout femelle du tuyau ou du raccord en gardant la conduite bien droite en la poussant. Effectuez la déflexion après avoir assemblé le joint.



4. Un tuyau de petit diamètre peut être poussé dans le bout femelle avec une longue barre. Un tuyau de gros diamètre nécessite un outil plus puissant pour cette opération, comme un vérin de levage, un levier d'assemblage ou une rétrocaveuse. Le fournisseur peut fournir un vérin ou un levier d'assemblage en location. Un morceau de bois doit être utilisé entre le tuyau et le vérin ou la pelle de la rétrocaveuse afin d'éviter d'endommager le tuyau.

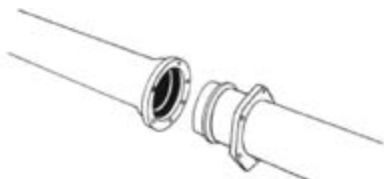
Plusieurs dispositifs de tirage sont disponibles pour les tuyaux de grand diamètre, chacun ayant son propre manuel d'instructions qui doit être observé à la lettre pour assurer un fonctionnement sans problème.

Depuis 1962, les tuyaux à joints à emboîtement sont fabriqués selon un diamètre extérieur standard pour chaque diamètre nominal de tuyau. Il faut en tenir compte lors du raccordement d'un tuyau à joints à emboîtement à un ancien tuyau en fonte grise fabriqué dans une fosse de coulée. Les tuyaux en fonte coulés en fosse étaient fabriqués en quatre classes – A, B C et D – et chacune avait un diamètre extérieur différent. Le tuyau existant dans le réseau doit être mesuré pour déterminer si un raccord de transition ou un joint d'étanchéité de dimension spéciale est nécessaire pour le raccordement de tuyaux de diamètres extérieurs différents.

3.7 Joints mécaniques : Dans les réseaux en fonte ductile, les joints mécaniques sont utilisés principalement pour les raccords et leur disponibilité est limitée dans certains diamètres de tuyau en fonte ductile. Le joint mécanique se compose de quatre

parties : une bride coulée à même le bout femelle; Un joint d'étanchéité en caoutchouc qui s'adapte à la concavité du bout femelle; une contrebride pour comprimer le joint d'étanchéité; des boulons à tête en té avec écrous pour serrer le joint. L'assemblage du joint est très simple et n'exige qu'un seul outil, soit une clé à cliquet ordinaire. *Remarque : Le joint mécanique n'est pas un joint retenu et par conséquent, il n'offre aucune résistance réelle contre la séparation du joint causée par les forces de poussée. Si des joints retenus sont requis, contactez une compagnie membre de DIPRA. (Voir Section 5.3)*

Assemblage d'un joint mécanique



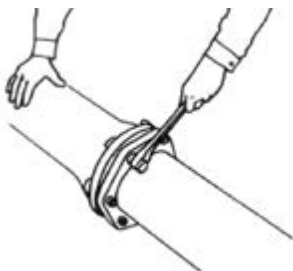
1. Nettoyez soigneusement le bout femelle et le bout uni. Brossez le joint d'étanchéité et le bout uni avec de l'eau savonneuse ou un lubrifiant approuvé pour joint à emboîtement répondant aux exigences de la norme ANSI/AWWA C111/A21.11 immédiatement avant de glisser le joint d'étanchéité sur le bout uni pour assembler le joint. *Remarque : La lubrification est recommandée pour un assemblage approprié de tous les joints mécaniques.* Placez la contrebride sur le bout uni, le prolongement de la lèvre orienté vers le bout uni, suivi du joint d'étanchéité dont le bord étroit est orienté vers le bout uni. *Remarque : Par temps froid, il est préférable de réchauffer le joint d'étanchéité pour faciliter l'assemblage du joint.*



2. Insérez le bout uni dans le bout femelle et pressez fermement et uniformément le joint d'étanchéité dans la rainure prévue à cet effet. Maintenez le joint aussi droit que possible pendant l'assemblage.



3. Poussez la contrebride vers le bout femelle et la centrer sur le bout uni, la lèvre de la contrebride s'appuyant contre le joint d'étanchéité. Insérez les boulons et serrez les écrous à la main. Effectuez la déflexion après avoir assemblé le joint, mais avant de reserrer les boulons.



4. Reserrez les boulons selon la plage normale de couples de serrage (comme indiqué dans le tableau ci-dessous) tout en maintenant constamment approximativement la même distance entre la

contrebride et la face de la bride tout autour du bout femelle. Cette uniformité peut être obtenue en serrant partiellement le boulon inférieur en premier, le boulon supérieur en deuxième, puis les boulons de chaque côté et enfin les boulons restants. Cette méthode s'appelle le serrage des boulons « en étoile ». Répétez ce processus jusqu'à ce que tous les boulons aient été serrés à un couple approprié dans la plage de serrage. Pour les tuyaux de grand diamètre (30 à 48 pouces), il peut être nécessaire de répéter cinq fois ou plus la séquence de serrage. Les joints qui ont été assemblés sans une lubrification appropriée et/ou à un couple de serrage des boulons inadéquat sont susceptibles de présenter des fuites.

Tableau 4

Couple de serrage des boulons pour joint mécanique

Diamètre des joints (pouces)	Diamètre des boulons (pouces)	Couple de serrage – lb. - pi.
3	5/8	45-60
4-24	3/4	75-90
30-36	1	100-120
42-48	1 1/4	120-150

Notes: Les tuyaux coulés par centrifugation à joints à emboîtement ou à joints mécaniques ont le même diamètre extérieur pour chaque diamètre nominal. Des joints mécaniques de 30 à 64 pouces sont offerts sur les raccords uniquement.

3.8 Joints à bride : Les joints à bride sont rarement utilisés pour les canalisations d'eau souterraines, sauf pour les vannes et les raccords pour des débitmètres d'envergure, des chambres de vannes et autres installations similaires. Ce joint est couramment utilisé pour la tuyauterie intérieure dans les salles de pompage, les usines de filtration et de traitement des eaux usées et parfois, pour les vannes adjacentes aux poteaux d'incendie. En raison de sa rigidité, le joint à bride est déconseillé là où un tassement ou une vibration majeures risquent de se produire.

3.9 Déflexion du joint : Il est souvent nécessaire de faire dévier la canalisation par rapport à la ligne droite lorsqu'il faut suivre le rayon de courbure des rues et des routes. Les tuyaux à joints à emboîtement ou à joints mécaniques sont particulièrement bien adaptés aux applications dans lesquelles une déflexion des joints est requise.

Dans le cas de courbes à long rayon, la tranchée doit être creusée à une largeur supérieure à la normale pour permettre l'assemblage en ligne droite avant d'effectuer la déflexion. L'insertion du bout uni d'une pleine longueur de tuyau dans un bout femelle lorsque la déflexion a déjà été effectuée est déconseillée et doit être évitée dans la mesure du possible. Lorsqu'il est nécessaire d'effectuer une déflexion, le tuyau doit être assemblé en ligne droite, tant sur le plan horizontal que vertical, avant de procéder à la déflexion. Pour un tuyau à joints mécaniques, les boulons doivent être serrés à la main avant d'effectuer la déflexion.

Géométrie de courbure d'une canalisation

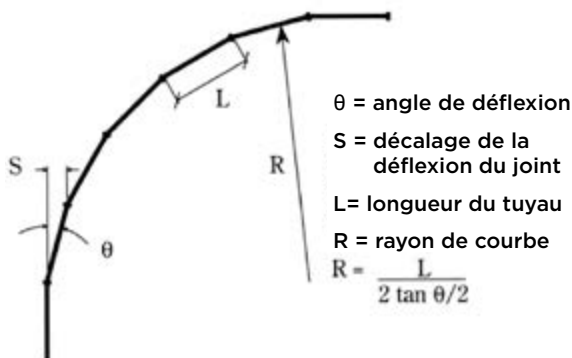


Tableau 5

Déflexion maximale d'une longueur complète de tuyau à joints à emboîtement

Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Déflexion Angle - Ø* (degrés)	Décalage Max. - S*(pouces)		Rayon de courbure approximatif - R* produit par une succession de joints	
		L* = 18 pi	L* = 20 pi	L* = 18 pi	L* = 20 pi
3	5	19	21	205	230
4	5	19	21	205	230
6	5	19	21	205	230
8	5	19	21	205	230
10	5	19	21	205	230
12	5	19	21	205	230
14	3	11	12	340	380
16	3	11	12	340	380
18	3	11	12	340	380
20	3	11	12	340	380
24	3	11	12	340	380
30	3	11	12	340	380
36	3	11	12	340	380
42	3	11	12	340	380
48	3	-	12	-	380
54	3	-	12	-	380
60	3	-	12	-	380
64	3	-	12	-	380

Remarque : Pour les joints à emboîtement de 14 pouces et plus de diamètre, la déflexion maximale peut être supérieure à celle indiquée ci-dessus. Consultez une compagnie membre de DIPRA.

*Voir la figure à la page 53.

Tableau 6

Déflexion maximale d'une longueur complète de tuyau à joints mécaniques et raccords*

Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Déflexion Angle† - Ø* (degrés)	Décalage Max. - S* (pouces)		Rayon de courbure approximatif - R* produit par une succession de joints	
		L* = 18 pi	L* = 20 pi	L* = 18 pi	L* = 20 pi
3	8	31	35	125	140
4	8	31	35	125	140
6	7	27	30	145	160
8	5	20	22	195	220
10	5	20	22	195	220
12	5	20	22	195	220
14	3.5	13,5	15	285	320
16	3.5	13,5	15	285	320
18	3	11	12	340	380
20	3	11	12	340	380
24	2	9	10	450	500

*Selon la norme ANSI/AWWA C111/A21.11, le diamètre maximal d'un tuyau à joints mécaniques est de 24 pouces. Toutefois, des raccords avec joints mécaniques sont offerts dans de plus grands diamètre.

†Arrondi au demi-degré inférieur le plus près.

**Voir la figure à la page 53.

3.10 Manchons de transition : Des manchons de transition et/ou des joints d'étanchéité sont requis pour raccorder un tuyau en fonte ductile à différents types de tuyau comme les tuyaux en acier, en amiante-ciment et en plastique. Lors de la commande de manchons de transition ou de joints d'étanchéité, vous devez fournir le diamètre extérieur réel des deux types de tuyaux. Il peut être nécessaire d'effectuer des travaux d'excavation et de mesurer la circonférence des tuyaux existants.



3.11 Coupe du tuyau : Le tuyau en fonte ductile peut être coupé avec une scie abrasive, une scie rotative, une scie à tuyau à guillotine, une scie à chaîne spécialement conçue pour couper les tuyaux en fonte ductile ou une scie-fraiseuse. Le tuyau peut être coupé avec un chalumeau oxyacétylénique si cela a été recommandé par le fabricant du tuyau.



La scie abrasive est fréquemment utilisée pour les coupes de tuyaux effectuées hors tranchée de tous les diamètres. La scie rotative peut être utilisée dans ou hors tranchée pour les tuyaux allant jusqu'à 30 pouces de diamètre. La scie à guillotine peut être utilisée dans ou hors tranchée pour couper les tuyaux allant jusqu'à 16 pouces de diamètre. Enfin, la scie-fraiseuse peut être utilisée dans ou hors tranchée pour les tuyaux de 6 pouces ou plus de diamètre. Chacun de ces outils de coupe est offert avec des moteurs électriques ou pneumatiques.

De plus, des outils spéciaux de coupe en biseau sont offerts pour biseauter le tuyau en le coupant avec une scie-fraiseuse et, lorsqu'ils sont équipés d'un moteur pneumatique, pour faire des coupes sous l'eau. Si la méthode à chalumeau oxyacétylénique est utilisée pour couper le tuyau, la compagnie membre de DIPRA doit être consultée concernant les recommandations et les instructions sur la coupe de son produit.



Les normes ANSI/AWWA sur les tuyaux en fonte ductile exigent que le diamètre du bout mâle du tuyau soit mesuré en usine. Également, les tuyaux sélectionnés pour être coupés doivent être mesurés

sur le chantier. Une contrebride pour joint mécanique insérée sur le fût du tuyau peut servir d'indicateur fiable pour le mesurage du diamètre sur place. Lorsque des contrebrides ne sont pas disponibles, le tuyau peut être mesuré en le mesurant avec un ruban à mesurer selon les recommandations du fabricant. Certains tuyaux, en particulier ceux de grand diamètre, peuvent être ovalisés à un tel degré qu'ils devront être arrondis après la coupe à l'aide d'un vérin, ou par d'autres méthodes pour faciliter l'assemblage du joint. Il s'agit là d'une occurrence normale et qui n'a aucune incidence sur la fiabilité du tuyau en fonte ductile. Des instructions pour arrondir les tuyaux peuvent être obtenues auprès des fabricants concernés.

Les extrémités coupées et les bords rugueux doivent être meulés jusqu'à ce qu'ils soient lisses. Pour les joints à emboîtement, l'extrémité coupée doit être légèrement biseautée. Le temps nécessaire pour couper mécaniquement un tuyau en fonte ductile avec une scie abrasive est d'environ une minute par pouce de diamètre du tuyau. Par exemple, il faudra compter 24 minutes pour couper mécaniquement un



tuyau de 24 pouces de diamètre.

3.12 Traverses de chemins de fer et d'autoroutes :

Les conduites d'eau sont fréquemment installées sous des autoroutes et des chemins de fer. En raison de sa robustesse inhérente et de sa grande résistance aux chocs, les tuyaux en fonte ductile constituent un matériau de choix pour cette application. Dans de nombreux cas, le tuyau en fonte ductile élimine la nécessité d'utiliser un tuyau protégé par une gaine en acier. Toutefois, certaines conditions existantes peuvent dicter l'utilisation d'une gaine et certains services de voirie locaux et provinciaux et les compagnies de chemins de fer continuent d'exiger une gaine. Bien que les règlements des services de voirie varient d'une province à l'autre, la plupart des compagnies de chemins de fer utilisent les règlements de l'American Railway Engineering Association (A.R.E.A). Ces règlements doivent être vérifiés et les permis nécessaires doivent être obtenus avant de commencer les travaux. Les traverses sont généralement réalisées par alésage, forage horizontal,



creusage de tunnel, ou forage dirigé horizontal (FDH). Lorsqu'un gainage est requis, le tuyau en fonte ductile est poussé ou tiré dans la gaine installée

précédemment. La gaine doit avoir un diamètre de six à huit pouces de plus que le diamètre extérieur des bouts femelles du tuyau en fonte ductile.

Des cales, des patins ou des entretoises doivent être placés sur ou sous le tuyau en fonte ductile pour le garder bien centré dans la gaine et éviter les dommages pendant l'installation. Des précautions doivent être prises pour éviter tout contact entre le tuyau et la gaine. Des bouchons de protection ou d'autres méthodes de scellement de la gaine doivent être fournis selon les spécifications.

En raison de sa capacité à supporter les vibrations, le tuyau à joints à emboîtement ou à joints mécaniques doit être utilisé sous les chemins de fer. Le matériau de remblayage peut être éliminé dans l'espace entre le tuyau et les gainages courts. Aux endroits où les traverses sont très longues, il est souvent nécessaire de remplir partiellement l'espace entre le tuyau en fonte ductile et la gaine pour empêcher tout déplacement. Si du sable est utilisé, ne remplissez pas complètement l'espace entre le tuyau et la gaine, car cette façon de faire a pour effet de transmettre les charges de surface au tuyau et, par conséquent, annule la raison d'être de la gaine. L'injection sous pression de coulis de l'ensemble de l'espace annulaire entre la gaine et le tuyau est déconseillée à moins qu'elle soit contrôlée à une pression inférieure à celle qui causerait une déformation du tuyau.

Remarque : Dans certains cas, il peut être souhaitable d'effectuer un essai hydrostatique sur la section de tuyau gainée.

3.13 Installations sans tranchée : Il existe plusieurs méthodes d'installation des tuyaux en fonte ductile sans tranchée, y compris le forage dirigé horizontal et le microtunnelage. Les tuyaux en fonte ductile fabriqués conformément à la norme ANSI/AWWA C151/A21.51 peuvent être installés par différentes méthodes de poussée/traction du tuyau et forage dirigé. Les méthodes consistent à former un trou de la taille appropriée, plus large que le diamètre extérieur du joint du tuyau, dans lequel le tuyau en fonte ductile

est poussé ou tiré. Lorsque le tuyau est tiré, des joints retenus sont habituellement utilisés. De plus, des tuyaux de microtunnelage spécialement conçus et fabriqués sont actuellement offerts.

3.14 Disposition pour le dégel des tuyaux à

l'électricité : Il existe plusieurs méthodes pour faire circuler un courant dans des joints afin de dégeler un tuyau à l'électricité. Ces méthodes comprennent des joints d'étanchéité contenant des bandes conductrices, des coins insérés aux joints, des câbles conducteurs et des lamelles métalliques appliquées à la fonderie ou des câbles installés sur le chantier.

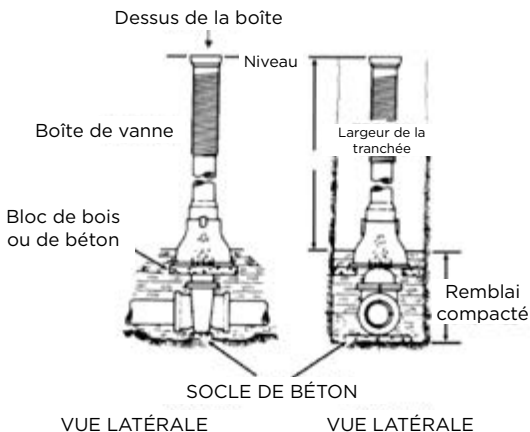
Pour prévenir des problèmes ultérieurs, le nombre de coins à insérer au joint, de lamelles de conductivité ou le calibre des câbles à utiliser doivent être calculés en utilisant un facteur de sécurité adéquat compte tenu des besoins en courant électrique nécessaires pour dégeler le tuyau. De la même manière, les lamelles et connexions sur les tuyaux doivent être isolées électriquement du remblai si requis par l'ingénieur.

Chapitre 4

Vannes

4.1 Inspection des vannes : Avant d'installer les vannes, il faut vérifier leur sens d'ouverture, le nombre de tours nécessaires pour les ouvrir, l'aisance avec laquelle on peut les actionner, l'étanchéité des bouchons d'essai, la propreté des orifices et des sièges de la vanne, la présence possible de dommages causés lors de la manutention et les fissures. Les vannes défectueuses doivent être réparées ou gardées pour être inspectées par le maître d'oeuvre. Tous les boulons et écrous doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont adéquatement serrés, à l'exception des boulons ou vis de réglage du siège qui doivent être ajustés uniquement sur recommandation du fabricant.

4.2 Installation des vannes : Afin de s'assurer que le tuyau n'aura pas à supporter le poids de lourdes vannes (8 po et plus), celles-ci doivent être bien supportées, par exemple par des poutres de bois traité, de la pierre concassée, des dalles de béton ou un fond de tranchée bien compacté. Les vannes installées au-dessus du sol ou dans des systèmes de tuyauterie d'usine doivent être supportées pour prévenir la flexion des raccordements des extrémités des vannes due au mouvement.



Les vannes peuvent être placées dans des chambres en béton ou en maçonnerie ou enfouies dans le sol avec une bouche à clé ou tout autre dispositif permettant d'y accéder et de les faire fonctionner, placé sur le mécanisme d'opération de la vanne. Toutes les vannes dont le mécanisme est exposé doivent être installées dans des chambres. L'accès à la chambre doit être suffisamment large pour permettre l'enlèvement de la vanne en cas de remplacement futur.

Si les vannes ont été placées dans une chambre en béton ou en maçonnerie, les traversées murales doivent laisser un espace d'au moins 2 pouces entre le béton et le tuyau pour s'assurer que le poids de la chambre ne repose pas sur la conduite.

Lorsque des bouches à clé sont utilisées, elles doivent reposer au-dessus des vannes de sorte que le poids des camions qui circulent sur la rue ne soit pas transféré aux vannes ou au tuyau. Le bord évasé inférieur de la bouche à clé peut nécessiter un support supplémentaire comme un morceau de bois de 2 pouces x 6 pouces x 18 pouces de chaque côté de la vanne. Des dalles de béton de la chaussée ne doivent pas être coulées autour de la partie supérieure de la vanne. Lorsque des vannes à brides sont utilisées sous terre, un ou plusieurs joints flexibles doivent être installés à proximité des vannes.

La poussée résultant de la fermeture d'une vanne doit être prise en compte lors de la conception des réseaux de conduites et des chambres. Lorsqu'une retenue contre la poussée n'a pas été spécifiquement prévue, les joints de tuyau doivent normalement être installés en ligne droite et serrés ensemble des deux côtés de la vanne.

4.3 Opérations des vannes : Les vannes et les poteaux d'incendie existants qui desservent la nouvelle conduite doivent être ouverts et fermés exclusivement par les employés des travaux publics. Une vanne neuve doit être installée, par l'équipe de

construction, à proximité du début de l'installation d'une nouvelle conduite afin de fournir une vanne qui fermera hermétiquement lors des essais d'étanchéité.



4.4 Nouvelles vannes sur des conduites existantes

existantes : Des vannes et des manchons de perçage sont couramment utilisés par les services d'utilités publiques et les entrepreneurs pour installer



de nouvelles vannes sur des conduites existantes. Ou encore, un manchon plein peut être utilisé pour installer une nouvelle vanne sur une conduite existante. Dans cette méthode, la vanne doit être tenue fermement en place sur le tronçon en utilisant un tuyau d'insertion pour combler le vide

dans le manchon. Ainsi, lorsque la pression se trouve d'un côté de la vanne fermée, la force de poussée ne déplacera pas la vanne le long du tronçon en entraînant une fuite ou une séparation du joint.

4.5 Installation de purgeurs et d'évents :

La décharge des purgeurs et les drains doit pouvoir se vider de façon à éviter que la conduite principale d'eau soit contaminée par les égouts ou toute autre type de contaminant. Les purgeurs et les drains doivent se déverser au-dessus du niveau du sol et avoir un espace d'air d'au moins deux fois le diamètre de tuyau par rapport à l'égout ou au cours d'eau recevant la décharge. Des évents d'évacuation d'air doivent être installés aux points hauts de la canalisation de même que dans les zones de pression négative. Toutes les fins de ligne sur les nouvelles conduites doivent être fermées par des bouchons qui sont retenus convenablement pour empêcher qu'ils soient éjectés sous la pression. Toutes les fins de ligne doivent être munies de dispositifs de purge ou de ventilation appropriés.

4.6 Inspection des poteaux d'incendie :

Avant l'installation, les poteaux d'incendie doivent être inspectés pour vérifier leur sens d'ouverture, les filets des prises d'eau, les dimensions de l'écrou de manoeuvre et des écrous des prises d'eau, le couple de serrage approprié des boulons qui retiennent les pièces sous pression, la propreté du coude d'arrivée d'eau, l'absence de fissure ou de dommage causé par la manutention. Les poteaux d'incendie défectueux doivent être réparés ou mis de côté pour être inspectés par le maître d'oeuvre.

4.7 Installation de poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendie doivent être installés dans une aire de stationnement ou à tout autre endroit où ils seront aisément accessibles tout en restant à l'écart des automobiles et des piétons. Lorsque des poteaux d'incendie sont placés derrière la bordure, il est recommandé de laisser un dégagement suffisant de manière à ce que les pare-chocs de voiture ne frappent pas le poteau avant que les pneus touchent la bordure. Lorsqu'ils sont installés sur une pelouse ou dans un stationnement, les poteaux d'incendie doivent être placés à une distance d'un à deux pieds du bord du trottoir de manière à assurer la sécurité des piétons. Un robinet-vanne doit être installé sur la conduite menant au poteau d'incendie, à une distance suffisante de celui-ci pour permettre son entretien sans interrompre l'écoulement de la conduite principale.



La plupart des poteaux d'incendie sont dotés d'un repère indiquant le niveau du sol et doivent être commandés en fonction de la profondeur d'enfouissement du tuyau de manière à ce que les prises d'eau et de pompe soient à la bonne hauteur. La conduite de raccordement à la canalisation principale ne doit pas avoir moins de 6 pouces de diamètre. Consultez le Manuel M-17 de l'AWWA pour l'installation appropriée des poteaux d'incendie.

4.8 Drainage des poteaux d'incendie : Dans les régions où les températures pendant les mois d'hiver peuvent causer le gel des poteaux d'incendie qui n'ont pas été vidangés, des fosses de drainage de 2 pieds x 2 pieds x 2 pieds doivent être creusées sous les poteaux d'incendie. Les fosses doivent être remplies de gravier grossier ou de pierre concassée mélangée à du sable jusqu'à une profondeur de 6 pouces au-dessus des ouvertures du poteau d'incendie, offrant un vide de granulats dépassant le volume du fût du poteau d'incendie. Les fosses de drainage ne doivent pas se trouver à proximité des égouts ou être connectées à ceux-ci. Lorsque le poteau d'incendie doit être recouvert d'une gaine de polyéthylène, du ruban adhésif doit être appliqué sur la circonférence du poteau d'incendie au-dessus et sous les orifices de drainage et le film doit être retiré pour permettre le drainage du poteau.

4.9 Ancrage des poteaux d'incendie : De nombreuses méthodes sont utilisées pour ancrer les poteaux d'incendie, y compris les butées, les tirants, de même que les raccords ou joints retenus spéciaux. Si des butées sont utilisées, le poteau doit alors reposer sur une dalle en béton et la butée doit être coulée de manière à reposer contre le sol non remanié. *Mise en garde : Assurez-vous que l'ouverture de drainage du poteau n'est pas bouchée et qu'elle permet le drainage du poteau. De plus, la butée doit être conçue de manière à retenir la poussée créée par la pression du système et les coups de bélier ou par la pression d'essai, selon la valeur la plus élevée.*

Si des tirants sont installés, ils doivent être raccordés du poteau d'incendie à la conduite principale de distribution, et non à la conduite d'alimentation du poteau ou à la vanne du poteau d'incendie. Ces tirants doivent être recouverts d'une peinture ou d'un goudron de protection afin de retarder la corrosion. Les raccords retenus pour poteaux d'incendie seront traités dans la section intitulée « Joints retenus ».

Pour prévenir les coups de bélier, les poteaux d'incendie doivent être fermés très lentement, en particulier lors des derniers tours précédant la fermeture complète.

Chapitre 5

Retenue de la poussée

5.1 Forces de poussée : Les forces de poussée sont créées dans les conduites d'eau aux changements de direction (coudes et tés), aux points d'arrêt (bouchons et vannes fermées) ou aux changements de diamètre (réduits). Pour que la conduite reste intacte, plusieurs méthodes de retenue existent, y compris les butées, les joints retenus et les tirants. La poussée qui doit être retenue est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7

Poussée résultante aux raccords à une pression de 100 lb/po²

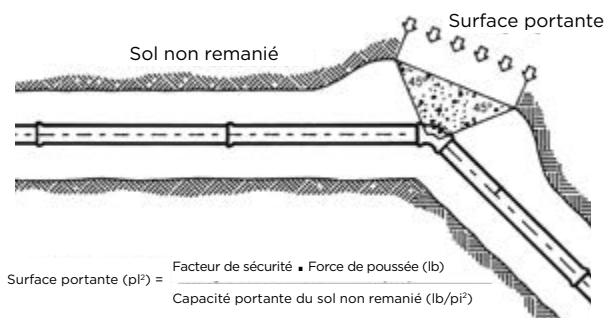
Total en livres					
Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Bouchon	Coude 90°	Coude 45°	Coude 22.5°	Coude 11.25°
3	1 232	1 742	943	481	241
4	1 810	2 559	1 385	706	355
6	3 739	5 288	2 862	1 459	733
8	6 433	9 097	4 923	2 510	1 261
10	9 677	13 685	7 406	3 776	1 897
12	13 685	19 353	10 474	5 340	2 683
14	18 385	26 001	14 072	7 174	3 604
16	23 779	33 628	18 199	9 278	4 661
18	29 865	42 235	22 858	11 653	5 855
20	36 644	51 822	28 046	14 298	7 183
24	52 279	73 934	40 013	20 398	10 249
30	80 425	113 738	61 554	31 380	15 766
36	115 209	162 931	88 177	44 952	22 585
42	155 528	219 950	119 036	60 684	30 489
48	202 683	286 637	155 127	79 083	39 733
54	260 214	367 999	199 160	101 531	51 011
60	298 121	421 606	228 172	116 321	58 422
64	338 707	479 004	259 235	132 157	66 398

Tableau 7 Note : Pour déterminer la poussée à des pressions autres que 100 lb/po², multipliez la poussée obtenue dans le tableau par le rapport entre la pression réelle et 100.

Par exemple, la poussée sur un coude de 90° de 12 pouces à 125 lb/po² est $19,353 \times \frac{125}{100} = 24,191$ livres.

5.2 Blocs de butée : Bien que les butées soient généralement construites en béton, le bois dur ou la pierre sont parfois utilisés. Le béton doit être de bonne qualité car il transmet la force de poussée du raccord au sol non remanié.

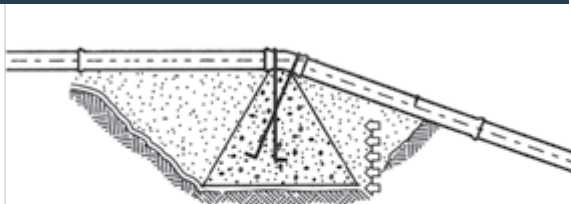
Bloc de butée porteur



Lors de la construction des butées, il faut s'assurer que le joint, y compris les boulons, soit accessible. De plus, un film de polyéthylène est parfois placé entre le raccord et la butée pour faciliter son retrait ultérieurement, si désiré. Bien que l'ingénieur précise habituellement le mélange de béton à utiliser pour les butées, la résistance à la compression à 28 jours doit être d'au moins 2 000 lb/po² et la période de cure minimale doit être de cinq jours. Lors de l'installation de butées, les dimensions doivent être strictement respectées puisqu'elles ont été prévues pour une pression d'eau et des conditions de sol précises. Les butées aux raccords sont situées là où la force résultante de la poussée est dirigée. Les illustrations montrent des blocs de butée porteurs et à gravité types.

Les capacités portantes de sol fréquemment utilisées pour des profondeurs de 4 pieds ne sont fournies qu'à titre indicatif.* L'ingénieur doit choisir les capacités portantes pour chaque type de sol et pour chaque épaisseur de remblai rencontrés sur un projet particulier.

Bloc de butée gravitaire



Blocs par gravité

$$\text{Dimensions du bloc par gravité (pi}^3\text{)} = \frac{\text{Facteur de sécurité} \cdot \text{Force de poussée (lb)}}{\text{Masse volumique du bloc (lb/} \text{po}^3\text{)}}$$

Des facteurs de sécurité appropriés doivent être appliqués pour tenir compte des changements futurs de profondeur d'enfouissement des tuyaux, des capacités portantes du sol et d'autres facteurs.

Tableau 8
Capacité portante du sol

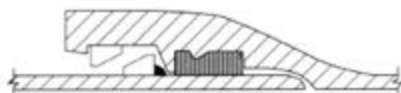
Sol	Capacité portante (lb/pi ²)
Terre végétale	0
Argile plastique	1,000
Silt	1,500
Silt sableux	3,000
Sable	4,000
Argile sableuse	6,000
Argile dure	9,000

*DIPRA ne peut assumer la responsabilité de la précision des données dans ce tableau en raison des grandes variations des capacités portantes pour chaque type de sol.

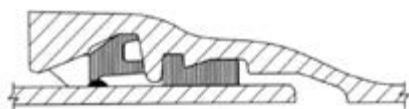
5.3 Joints retenus : Des joints retenus à emboîtement et à joints mécaniques sont utilisés pour résister aux forces de poussée et servent de solution de rechange aux butées et/ou lorsque l'espace est insuffisant en raison des autres services d'utilités publiques et autres structures ou encore, lorsque le sol derrière le raccord risque d'être remanié. Ces joints spéciaux sont simples et rapides à installer. Pour plus de détails concernant la gamme de joints retenus offerts, ne manquez pas de visiter les sites internet de nos membres.



Garniture Fast-Grip® (4" - 30")



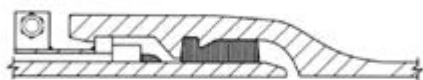
Flex-Ring® (4"-12")



Flex-Ring® (14"-48")



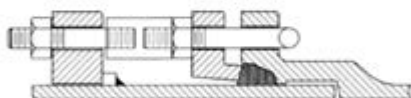
Field Flex-Ring® (14"-36")



Lok-Ring® (54"-64")



Joint mécanique retenu avec manchon (4" - 24")



Joint mécanique retenu avec manchon (30" - 48")



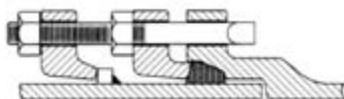
BOLT-LOK™ (4"-24")



MECH-LOK™ (6"-48")



THRUST-LOCK™ (6" - 36")



Joint mécanique avec écrou-raccord (3" - 24")



Joint TYTON retenu® (6" - 24")



Super-Lock® (6" - 30")



Joint TYTON® avec coin de retenue (6" - 24")



Garniture FIELD LOK 350® (4" - 12")



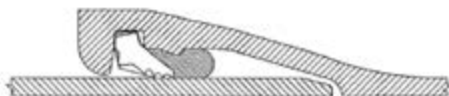
HP LOK® (30" - 64")



TR-XTREME™ (4" - 16")



Garniture FIELD LOK 350° (14" - 24")



Garniture FIELD LOK° (30" - 36")



TR FLEX° (4"-24")



TR FLEX° (30"-36")



TR FLEX° (42"-48")



TR FLEX° (54"-64")

La méthode habituellement utilisée pour retenir la poussée consiste à utiliser ces joints spéciaux au niveau du raccord et pour un nombre prédéterminé de longueurs de tuyau, de part et d'autre à moins que, évidemment, l'installation complète soit retenue.

Pour de l'information détaillée sur la façon de déterminer les longueurs de tuyau à retenir, consultez la plus récente édition de la brochure de DIPRA intitulée Conception de système de retenue pour les tuyaux en fonte ductile. DIPRA a également développé un programme informatique du même nom. La brochure en format PDF peut être téléchargée et le programme informatique utilisé directement à partir de notre site internet au **www.dipra.org**.

5.4 Tirants : Les tirants sont utilisés pour retenir les forces de poussée de plusieurs façons, soit seuls ou combinés avec d'autres méthodes. Le nombre et le diamètre des tirants sont limités pour des facteurs économiques et pratiques. En ce qui concerne les joints mécaniques, les tirants peuvent être vissés dans les trous des boulons de la bride et fixés avec des écrous en utilisant des espaceurs. Tout comme pour l'utilisation de joints retenus spéciaux, il faudra peut-être assurer la retenue de plus d'une longueur de tuyau de chaque côté du raccord. *Remarque : La protection contre la corrosion des systèmes de tirants doit être prise en compte et les tirants en acier sont fréquemment enduits avec un revêtement de protection.*

Chapitre 6

Remblayage

6.1 Remblayage : Le remblayage est une des étapes les plus importantes de la construction d'un réseau d'eau et l'on n'insistera jamais assez sur son exécution soignée. Le remblayage sert non seulement à combler la tranchée, mais aussi à protéger le tuyau et à fournir un appui sous et le long de ce dernier. (Voir section 3.1 Conditions de pose standard).

Le matériau de remblai doit être de bonne qualité et exempt de cendres de charbon, de matières gelées, de cendres, de déchets, de souches, de roches ou de matières organiques. La terre contenant des cailloux d'une dimension allant jusqu'à 8 pouces peut être utilisée à partir d'une profondeur d'un pied (30 cm) au-dessus du tuyau jusqu'à la surface du sol ou jusqu'à la fondation de la chaussée.

6.2 Remblayage sous les chaussées :

Les autorités locales exigent normalement que le remblai sous les rues soit compacté jusqu'au niveau de la fondation de la chaussée. Le sol est habituellement compacté par couches de 6 à 12 pouces au moyen de compacteurs mécaniques. Plusieurs villes exigent que la tranchée au complet soit compactée avec un remblai particulier, comme du sable, du gravier ou de la criblure de pierre. Bien que la compaction sous le tuyau et autour de celui-ci soit bénéfique pour la conduite, toute compaction au-delà de cette hauteur sert à supporter la nouvelle chaussée. Lorsqu'un remblai fluide est utilisé, il est recommandé d'installer une gaine de polyéthylène sur le tuyau. Le contact direct du remblai fluide avec le tuyau gainé doit être évité en plaçant une couche de 12 pouces de matériau de remblayage de qualité au-dessus du tuyau avant de poursuivre avec le remblai fluide.

La chaussée est habituellement coupée à une largeur dépassant celle de la tranchée de 6 pouces de chaque côté afin de permettre une fondation ferme lors de son remplacement. Il est recommandé de communiquer avec les autorités locales puisque les exigences varient d'une ville à l'autre.

6.3 Remblayage dans des aires non pavées :

Les allées et autres aires non pavées n'ont pas nécessairement besoin d'être compactées, selon la condition de tranchée exigée. On peut recourir à un jet d'eau ou à l'inondation de la tranchée pour obtenir la compaction nécessaire.

6.4 Remblayage dans une zone avec joints retenus :

Le remblai dans les zones où sont présents des joints retenus doit être bien compacté pour permettre le développement d'une résistance passive à la pression du sol et ainsi restreindre tout mouvement possible du tuyau.

6.5 Remblai gelé : Un remblai gelé ne doit pas être placé dans la tranchée. La portion gelée de terre doit être enlevée et on ne doit placer qu'un matériau non gelé dans la tranchée. Si toute la terre est gelée, il est alors nécessaire d'effectuer le remblayage avec un matériau granulaire.

6.6 Nettoyage et remplacement de la

chaussée : Lorsque les travaux sont terminés, tous les bouts de tuyau, les raccords en trop, les outils et autres matériaux, y compris les débris et les décombres doivent être enlevés de la rue ou de l'emprise. Les trottoirs et les chaussées qui n'ont pas été endommagés doivent être nettoyés et les travaux d'ensemencement et de remplacement de gazon, d'arbustes, d'arbres et d'autres plantes doivent être effectués.

La chaussée endommagée et enlevée doit être remplacée selon les devis et normes locales.

Chapitre 7

Rinçage, essai et désinfection :

7.1 Rinçage : Des corps étrangers laissés dans les conduites pendant l'installation occasionnent fréquemment des fuites aux vannes ou aux poteaux d'incendie pendant les essais de pression. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour assurer la propreté des conduites pendant l'installation. Un bon rinçage est recommandé avant d'effectuer les essais de pression. Le rinçage est réalisé en ouvrant et en fermant partiellement et à plusieurs reprises les vannes et les poteaux d'incendie à la pression prévue dans le réseau à des vitesses d'écoulement adéquates pour évacuer tous corps étrangers hors des vannes et des poteaux d'incendie. Le tableau 9 dresse la liste des débits requis et les degrés d'ouvertures nécessaires pour rincer les conduites et obtenir une vitesse d'écoulement de 3,0 pi/sec.

Le nettoyage intérieur d'un tuyau en fonte ductile avec un revêtement intérieur de mortier de ciment avec un appareil à pression doit être effectué avec prudence et respecter les recommandations de DIPRA ou du fabricant du tuyau. Un lavage trop agressif avec un tel appareil peut entraîner des dommages au scellant et/ou au mortier de ciment. L'intensité du lavage à la pression dépend de la pression d'eau, de la vitesse de déplacement de l'appareil, des jets d'eau, de l'angle des jets d'eau par rapport au revêtement intérieur, de la distance entre les jets d'eau et le revêtement, du diamètre du tuyau, du type d'application de revêtement intérieur, etc. Le lavage à la pression est réalisé aux risques de l'opérateur de l'équipement.

Tableau 9

Débit et degré d'ouverture requis (prises ou poteaux d'incendie) pour rincer les conduites à 3,0 pi/sec (0,91 m/sec) (Pression résiduelle dans la conduite principale de 40 lb/po² [276 kPa])**

Diamètre Conduite		Débit nécessaire pour produire une vitesse dans la conduite de 3,0 pi/s (environ)		Diamètre de la prise po (mm)			Nombre de prises de sorties de poteau d'incendie po (mm)	
po	mm	gal/min	l/s	1 (25)	1-1/2 (38)	2 (51)	2-1/2 (64)	4-1/2 (114)
				Nombre de prises sur le tuyau ⁺				
4	100	120	7,4	1	-	-	1	1
6	150	260	16,7	-	1	-	1	1
8	200	470	29,7	-	2	-	1	1
10	250	730	46,3	-	3	2	1	1
12	300	1 060	66,7	-	-	3	2	1
16	400	1 880	118,6	-	-	5	2	1

*À une pression de 40 lb/po² (276 kPa) dans la conduite principale avec le poteau d'incendie coulant à l'air libre, une sortie de poteau d'incendie de 2 1/2 pouces (64 mm) déversera environ 1 000 gal/min (63,1 l/sec); et une sortie de poteau d'incendie de 4 1/2 pouces (114 mm) déversera environ 2 500 gal/min (160 l/sec).

*Nombre de prises sur la conduite basé sur un déversement de 3,0 pi/sec sur un tuyau de fer galvanisé de 5 pi (1,5 m) avec un coude de 90°.

**Tableau extrait de la norme ANSI/AWWA C651-14.

Tableau 10
Tolérance pour essai hydrostatique par 1 000 pieds de conduite* - gal/h

Pression d'essai moyenne (lb/ po ²)	Diamètre nominal de la conduite (pouces)																		Pression d'essai moyenne (lb/ po ²)
	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60	64	
450	,43	,57	,86	,115	,143	,172	,201	,229	,258	,287	,344	,430	,516	,602	,688	,774	,860	,917	450
400	,41	,54	,81	,108	,135	,162	,189	,216	,243	,270	,324	,405	,486	,568	,649	,730	,811	,865	400
350	,38	,51	,76	,101	,126	,152	,177	,202	,228	,253	,303	,379	,455	,531	,607	,683	,758	,809	350
300	,35	,47	,70	,94	,117	,140	,164	,187	,211	,234	,281	,351	,421	,492	,562	,632	,702	,749	300
275	,34	,45	,67	,90	,112	,134	,157	,179	,202	,224	,269	,336	,403	,471	,538	,605	,672	,717	275
250	,32	,43	,64	,85	,107	,128	,150	,171	,192	,214	,256	,321	,385	,449	,513	,577	,641	,684	250
225	,30	,41	,61	,81	,101	,122	,142	,162	,182	,203	,243	,304	,365	,426	,486	,547	,608	,649	225
200	,29	,38	,57	,76	,96	,115	,134	,153	,172	,191	,229	,287	,344	,401	,459	,516	,573	,612	200
175	,27	,36	,54	,72	,89	,107	,125	,143	,161	,179	,215	,268	,322	,375	,429	,483	,536	,572	175
150	,25	,33	,50	,66	,83	,99	,116	,132	,149	,166	,199	,248	,298	,348	,397	,447	,497	,530	150
125	,23	,30	,45	,60	,76	,91	,106	,121	,136	,151	,181	,227	,272	,317	,363	,408	,453	,483	125
100	,20	,27	,41	,54	,68	,81	,95	,108	,122	,135	,162	,203	,243	,284	,324	,365	,405	,432	100

*Si le réseau mis à l'essai contient des sections de diamètres variés, la tolérance d'essai sera la somme des tolérances pour chaque diamètre.

7.2 Essai de pression hydrostatique : Des essais de pression sont normalement effectués sur les nouvelles conduites pour confirmer que les joints et les raccords ont été installés correctement. Lorsque le nouveau réseau est rempli pour la première fois, un volume d'eau d'appoint est calculé selon le diamètre et la longueur du réseau qui est mis à l'essai. La quantité d'eau d'appoint doit prévoir une tolérance pour tenir compte de l'absorption d'eau par le revêtement intérieur et l'allongement des joints du tuyau en raison des forces de poussée qui se produisent lorsque le réseau est mis sous pression pour la première fois. La tolérance n'est pas une mesure de fuite pour des joints mal installés.

L'essai de pression est normalement réalisé après le remblayage. Lorsque des conditions inhabituelles exigent d'effectuer les essais de pression avant le remblayage ou d'avoir accès aux joints afin de pouvoir les examiner, un remblai suffisant doit être placé sur le fût du tuyau entre les joints de manière à prévenir tout mouvement. Il faut également envisager de retenir les forces de poussée pendant l'essai. En particulier, les systèmes de joints retenus, dont la stabilité dépend de l'interaction entre le tuyau et le sol, doivent être remblayés avant la mise à l'essai. L'ingénieur conseil ou le service d'utilités publiques doit déterminer la pression d'essai dans le devis. On recommande une pression d'au moins 1,5 fois la pression de service stipulée au point le plus bas de la section à tester pendant une période de deux heures. La conduite doit être remplie lentement et il faut prendre soin de ventiler tous les points hauts et d'expulser tout l'air. Les événements doivent rester ouverts jusqu'à ce que l'eau coule de ces derniers à un débit régulier.

De plus, les raccords et les poteaux d'incendie doivent être correctement ancrés et toutes les vannes doivent être fermées avant d'appliquer la pression d'essai. Lors de l'utilisation d'une vanne comme dispositif de fermeture de la section d'essai, il ne faut pas dépasser la pression nominale de la vanne.

Une fois que l'air dans le tuyau a été expulsé et que la vanne ou les vannes séparant la partie du système mise à l'essai ont été fermées, la pression est alors appliquée avec une pompe manuelle ou une pompe à essence ou encore, avec l'équipement de pompage du service des incendies pour des conduites de grand diamètre. Après avoir atteint la pression d'essai dans la conduite, cette pression doit être maintenue pendant au moins deux heures et l'eau d'appoint doit être mesurée avec un débitmètre volumétrique ou en pompant l'eau d'un contenant dont le volume est connu.

Le tuyau, les raccords, les vannes, les poteaux d'incendie et les joints apparents doivent être examinés soigneusement pendant l'essai. Les tuyaux, raccords, vannes ou poteau d'incendie endommagés ou défectueux, ou déclarés comme tel pendant l'essai de pression doivent être réparés ou remplacés par des matériaux de qualité et l'essai doit être repris jusqu'à ce que le maître d'oeuvre soit satisfait des résultats obtenus. Le tableau 10 dresse la liste des tolérances aux essais de pression hydrostatique.

Si des butées ou des piliers de béton ont été utilisés derrière les raccords, le béton doit avoir durci suffisamment avant de réaliser les essais de pression hydrostatique.

Si des essais sont effectués quotidiennement à la fin du quart de travail, un bouchon temporaire doit être inséré dans le bout femelle et la conduite doit être retenue contre la poussée créée par la pression d'essai. Ne comptez pas sur le poids de quelques longueurs de tuyau pour empêcher la séparation des joints.

7.3 Désinfection : Tous les nouveaux systèmes d'eau ou les prolongements de systèmes existants doivent être désinfectés conformément à la norme ANSI/AWWA C651 avant d'être mis en service.

La désinfection des conduites doit être effectuée par des équipes expérimentées dans l'utilisation de chlore ou d'autres agents désinfectants. Les équipes responsables de la réparation des conduites doivent être mises au courant des risques potentiels pour la santé et être formées à respecter à la lettre les méthodes de construction et de désinfection prescrites.

Les trois méthodes de désinfection les plus couramment utilisées sont la méthode par comprimé, la méthode à alimentation continue et la méthode de la charge. Les formes de chlore qui peuvent être utilisées dans les opérations de désinfection sont le chlore liquide (gazeux à la pression atmosphérique), une solution d'hypochlorite de sodium et des granules ou comprimés d'hypochlorite de calcium.

La méthode par comprimé est utile dans les conduites de petit diamètre, mais ne peut être utilisée que si la conduite est restée propre et sèche pendant les travaux de construction. Cette méthode fournit une dose de chlore d'environ 25 mg/l. La méthode consiste à placer des granules et des comprimés d'hypochlorite de calcium dans la conduite alors qu'elle est installée et de la remplir d'eau potable une fois l'installation achevée.

Les granules doivent être placées en amont du premier tuyau et à l'extrémité amont de chaque branche du réseau, et à des intervalles de 500 pieds. La quantité de granules à utiliser est indiquée dans le tableau 11.

Les comprimés (hypochlorite de calcium de 5 g) doivent être fixés à la partie supérieure du joint, au début de chaque section de tuyau, à l'aide d'un adhésif de qualité alimentaire. Le nombre de comprimés requis pour les différents diamètres de tuyau est indiqué dans le tableau 12. De plus, un comprimé doit être placé dans chaque poteau d'incendie, branchement de poteau d'incendie et autre accessoire.

Tableau 11

Quantité de granules d'hypochlorite de calcium à déposer au début de chaque conduite et à des intervalles de 500 pieds (150 mètres)*

Diamètre du tuyau (<i>d</i>)		Granules d'hypochlorite de calcium	
po	mm	onces	grammes
4	100	1,7	48
6	150	3,8	108
8	200	6,7	190
10	250	10,5	298
12	300	15,1	428
14 et plus	350 et plus	D2 x 15,1	D ² x 428

Où *D* est le diamètre intérieur du tuyau, en pieds $D = d/12$

*Tableau extrait de la norme ANSI/AWWA C651-14.

Tableau 12

Nombre de comprimés d'hypochlorite de calcium de 5 g nécessaire pour obtenir un dosage de 25 mg/l* †

Diamètre du tuyau (pouces)	Longueur de la section de tuyau (pieds)				
	13 ou moins	18	20	30	40
4	1	1	1	1	1
6	1	1	1	2	2
8	1	2	2	3	4
10	2	3	3	4	5
12	3	4	4	6	7
16	4	6	7	10	13

* Basé sur 3,25 grammes de chlore disponible par comprimé; toute fraction est arrondie au nombre entier supérieur.

†Tableau extrait de la norme ANSI/AWWA C651-14.

Lorsque l'installation des granules et des comprimés a été complétée, la conduite est alors remplie d'eau à un débit tel que l'eau s'écoulera dans la conduite à une vitesse ne dépassant pas 1 pied par seconde. L'eau est alors laissée dans le tuyau pendant au moins 24 heures avant de procéder au rinçage (48 heures si la température de l'eau est inférieure à 5 °C[41 °F]).

La méthode à alimentation continue convient aux applications générales. Elle consiste à remplir la conduite pour éliminer toutes les poches d'air, puis de procéder au rinçage pour éliminer les particules. Pour les conduites de plus grand diamètre (24 pouces et plus), le rinçage peut être remplacé par le balayage de la canalisation, en prenant soin d'enlever tous les débris balayés avant de procéder à la chloration. Il peut être recommandé de placer des granules d'hypochlorite de calcium selon les indications ci-dessus, dans le cadre de la méthode d'alimentation continue. Cela fournira une forte concentration de chlore dans le premier écoulement d'eau de rinçage. L'eau est alors introduite à un débit constant dans la conduite de manière à ce qu'elle contienne au moins 25 mg/l de chlore libre. Le tableau 13 indique

la quantité de chlore requise pour chaque tronçon de 100 pieds de tuyau pour divers diamètres. L'application de chlore ne doit pas cesser avant que toute la conduite ait été remplie d'eau chlorée. Le chlore doit alors rester dans la conduite pendant au moins 24 heures auquel moment la teneur en chlore résiduel ne devrait pas être inférieure à 10 mg/l.

Tableau 13

Chlore requis pour produire une concentration de 25 mg/l par 100 pieds de tuyaux - par diamètre*

Diamètre tuyau (pouces)	100 % Chlore (lb)	1 % Solution de chlore (gallons)
4	0,013	0,16
6	0,030	0,36
8	0,054	0,65
10	0,085	1,02
12	0,120	1,44
16	0,217	2,60

*Tableau extrait de la norme ANSI/AWWA C651-14.

La méthode de la charge convient aux conduites de plus grand diamètre où le volume d'eau rend la méthode à alimentation continue difficile à mettre en pratique. La méthode de la charge consiste à placer les granules d'hypochlorite de calcium comme indiqué ci-dessus, à remplir la conduite pour éliminer toutes les poches d'air et à rincer pour éliminer toutes les particules. Pour les conduites de grand diamètre (24 pouces et plus), le rinçage peut être remplacé par le balayage de la conduite, en prenant soin d'enlever tous les débris balayés avant de procéder à la chloration. Une charge d'eau à débit lent, chlorée à au moins 100 mg/l de chlore libre est alors introduit dans la conduite. Le débit lent garantira que toutes les parties de la conduite seront exposées à l'eau très chlorée pendant au moins trois heures. Si la concentration de chlore libre résiduel chute sous les

50 mg/l à n'importe quel moment, l'écoulement doit être interrompu et la marche à suivre doit être reprise à cet endroit avec une concentration de chlore libre rehaussée à au moins 100 mg/l.

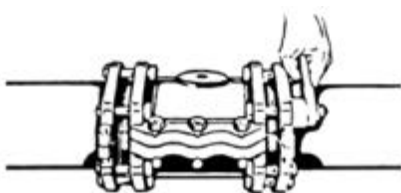
À la suite de la chloration, la conduite doit être rincée aussitôt que possible (dans les 24 heures) puisque l'exposition prolongée à de fortes concentrations de chlore peut endommager le scellant.

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que le déversement d'eau chlorée ne causera pas de dommage à l'environnement. S'il y a lieu, les organismes gouvernementaux fédéral, provincial et local doivent être contactés afin de déterminer les dispositions spéciales à prendre pour l'élimination de l'eau très chlorée.

Après le rinçage final, des analyses bactériologiques doivent être réalisées conformément aux réglementations provinciales et locales afin de s'assurer de l'absence de coliformes dans la conduite. Pour plus de détails, consultez la norme ANSI/AWWA C651 pour la désinfection des conduites d'eau.

7.4 Réparation de tuyau : De nombreux dispositifs et matériaux sont utilisés pour réparer un tuyau. Les trous sont le plus couramment réparés par des manchons fendus à joints mécaniques ou par des colliers de réparation boulonnées qui entourent le tuyau. Des manchons spéciaux semblables aux manchons fendus à joints mécaniques, des dispositifs d'étanchéité intérieurs pour les joints et des brides spéciales pour bouts femelles sont disponibles pour réparer les joints qui fuient. Un inventaire de matériel de réparation doit être conservé pour chaque diamètre de tuyau du réseau pour assurer des réparations rapides et une interruption de service minimale pour les clients.

L'observation de méthodes sanitaires et de désinfection appropriées est primordiale lors de la réparation de bris de conduites dans les réseaux d'eau potable. Les méthodes de désinfection sont disponibles dans la norme AWWA C651.



Remarque : Lors de la désinfection des conduites d'eau après avoir effectué des réparations, des mesures doivent être prises pour s'assurer qu'aucune concentration forte de chlore ne pénètre dans les conduites de service des clients.

Chapitre 8

Branchements de service

8.1 Branchements de service : Les branchements de service sont facilement effectués avant ou après l'installation des tuyaux en fonte ductile. Des branchements de 3/4 pouce peuvent être percés directement dans la classe pression minimale de tous les diamètres des tuyaux en fonte ductile. De plus, des branchements de 1 pouce peuvent être percés directement dans les tuyaux en fonte ductile de classe de pression minimale de 6 pouces de diamètre et plus. En général, ces branchements sont situés aux positions de 10 heures et 2 heures sur la circonférence du tuyau et peuvent être vissées directement dans le tuyau percé et fileté.

Des robinets de prise standard peuvent être utilisés sur les tuyaux en fonte ductile de toutes les classes pression. Des robinets de prise à joint compression peuvent aussi être utilisés efficacement. Si les branchements sont effectués pour des événements ou des connexions pitométriques, ils doivent alors être faits sur le dessus du tuyau. Une tolérance pour tout déplacement de la conduite principale ou de la conduite de service doit être réalisée en créant un col-de-cygne dans la conduite de service au niveau du branchement et en compactant fermement le remblai sous celui-ci. Lorsqu'il est nécessaire d'effectuer plus d'un branchement dans un tuyau en fonte grise existant pour distribuer le débit requis aux conduites de service, les branchements doivent être répartis autour de la circonférence du tuyau à au moins 12 pouces (30 cm) de distance entre eux et ils ne doivent pas être percés en ligne droite. Ces restrictions ne s'appliquent pas aux tuyaux en fonte ductile.



La méthode de préférence et recommandée de perçage direct sur un tuyau en fonte ductile recouvert d'une gaine de polyéthylène consiste à enrouler deux ou trois couches de ruban adhésif compatible avec le polyéthylène autour du tuyau pour couvrir complètement la zone où la machine à percer les conduites et la chaîne seront montées. Cette méthode minimise les dommages possibles au polyéthylène pendant les opérations de perçage. Une fois que la machine à percer a été montée, le robinet de prise est installé directement à travers le ruban et le polyéthylène comme illustré.

L'expérience a montré que cette méthode était très efficace pour éliminer les dommages à la gaine de polyéthylène par la machine à percer et la chaîne pendant l'opération de perçage.

Les branchements de service peuvent aussi être réalisés sur des conduites existantes en fonte ductile et en fonte grise recouvertes de polyéthylène en faisant une coupe en X dans le polyéthylène et en repliant la pellicule temporairement, ou en perçant directement à travers le polyéthylène.

Après avoir effectué le perçage, les découpes, les déchirures ou les autres zones endommagées de la gaine en polyéthylène doivent être réparées avec du ruban adhésif et de la pellicule de polyéthylène supplémentaire comme il est décrit dans la norme ANSI/AWWA C105/A21.5.

Si une sellette est utilisée, le polyéthylène doit être enlevé dans la zone où la garniture d'étanchéité de la sellette sera en contact avec la surface du tuyau. Après avoir installé la sellette, l'ensemble doit être recouvert de polyéthylène neuf chevauchant les deux côtés de la gaine existante et fixé solidement avec du ruban adhésif.

Le raccordement direct de robinets de cuivre à des conduites en fonte grise et en fonte ductile est une pratique courante depuis longtemps dans le secteur des systèmes d'adduction et de distribution d'eau. Pour minimiser la possibilité de corrosion, les conduites de service de métaux différents et le robinet d'arrêt doivent être enveloppés de polyéthylène ou d'un ruban diélectrique sur une distance d'au moins 3 pieds (91,4 cm) au-delà de la conduite principale.

De plus, la mise à la terre des branchements électriques domestiques sur la conduite d'alimentation d'eau en cuivre peut, dans de rares cas, occasionner la corrosion par courant vagabond de la conduite de service en cuivre ou de la conduite en fonte ductile. La politique de l'AWWA s'oppose à la mise à la terre des systèmes électriques aux systèmes de distribution d'eau potable aux installations du client. De plus, l'AWWA déclare que les systèmes de tuyauterie intérieurs peuvent être connectés à un fil électrique neutre de service et à une électrode de mise à la terre séparée à condition que ces systèmes soient isolés électriquement du système de tuyauterie du service public de distribution d'eau. DIPRA endosse cette politique de l'AWWA et recommande que les services de distribution d'eau exigent que les conduites de service en métaux différents soient isolées électriquement des conduites principales.

8.2 Diamètre maximal des branchements de service :

Le diamètre et le nombre maximal de robinets de prise permis pour les différents diamètres de conduite principale sont habituellement régis par les codes locaux, généralement le code de plomberie. Les épaisseurs de tuyau nécessaires pour les diamètres de prises sous pression sont décrites dans les tableaux du Chapitre 10 intitulé « Informations utiles ». En raison de la grande résistance de la fonte ductile, le nombre de filets engagés est moins critique qu'avec un matériau de résistance plus faible. Des essais approfondis ont montré qu'avec deux filets engagés, le facteur qui limite la résistance physique de la prise est la résistance du corps du robinet de

service. Les filets testés n'ont pas cédé sous des forces de traction ou de cisaillement.

De plus, sur la base des essais de prises directes effectués, les diamètres de prise directe recommandés pour assurer l'étanchéité, pour des tuyaux en fonte ductile de 3 à 24 pouces de diamètre, sont indiquées dans le tableau 14. Toutes les classes de tuyau en fonte ductile de 24 pouces et plus de diamètre peuvent être percées directement pour recevoir des robinets de prise de 2 pouces. La valeur maximale des prises de 2 pouces a été établie parce que la plupart des machines utilisées pour percer directement les conduites sous pression sont limitées à un diamètre maximale de perçage de 2 pouces.



Deux couches de TFE de 3 mils appliquées sur les filets mâles des robinets de prise réduisent également de manière efficace les exigences de couple de serrage lors de l'installation.

Tableau 14

Diamètre maximal de prise directe pour les tuyaux en fonte ductile de 3 à 24 pouces

Diamètre tuyau (pouces)	Classe de pression				
	150	200	250	300	350
	Diamètre maximal recommandé pour prises directes				
3	-	-	-	-	3/4
4	-	-	-	-	3/4
6	-	-	-	-	1
8	-	-	-	-	1
10	-	-	-	-	1
12	-	-	-	-	1-1/4
14	-	-	1-1/4	1-1/2	1-1/2
16	-	-	1-1/2	2	2
18	-	-	2	2	2
20	-	-	2	2	2
24	-	2	2	2	2

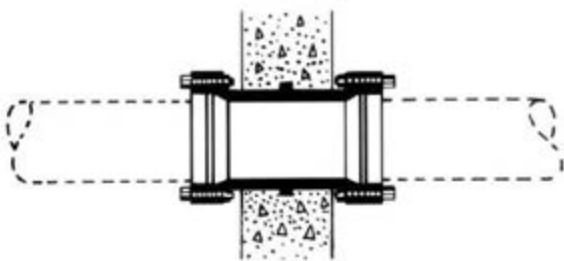
8.3 Raccordements de grands diamètres : Des raccordements de grands diamètres sont installés pour les écoles, les usines et autres installations en utilisant un té ou la mise en place d'un manchon de perçage fendu ou d'une sellette de prise sur le tuyau auquel un robinet est boulonné. [Voir MSS SP-60 : Connecting Flange Joint between Tapping Sleeves and Tapping Valves, et MSS SP-111: Gray Iron and Ductile Iron Tapping Sleeves.] Une machine de perçage spéciale est requise pour couper un disque dans la paroi du tuyau alors qu'il est toujours sous pression. Les manchons fendus et les sellettes de prise sont fournis avec des accessoires pour joints mécaniques. Les instructions de perçage avec ces types de raccord sont fournies par les fabricants respectifs des raccords et de la machine à percer les tuyaux. Ces accessoires sont offerts pour la plupart des diamètres de tuyaux.

Les machines à percer les tuyaux peuvent être achetées ou louées avec ou sans opérateur. Assurez-vous que le diamètre de l'outil de coupe est inférieur à celui du diamètre d'ouverture du robinet avant d'assembler l'équipement.

Chapitre 9

Installations spéciales

9.1 Tuyau traversant des murs : Les tuyaux ou les manchons muraux doivent être utilisés lorsqu'une conduite d'eau en fonte ductile doit traverser les murs en béton des chambres de compteurs, des chambres pour vannes de gros diamètres ou d'autres murs afin d'éliminer un raccordement rigide entre le tuyau et le mur. Le manchon ou le tuyau mural fournit la flexibilité nécessaire pour empêcher le tuyau d'être soumis aux charges de flexion élevées.

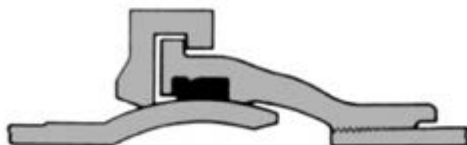


De plus, il est recommandé de placer un joint flexible à environ 18 pouces de la face extérieure du mur. Le fond de la tranchée sous le tuyau menant à un bâtiment ou à une chambre doit être fermement compacté pour minimiser tout affaissement sous le tuyau. Si les conditions de sol indiquent qu'un affaissement important se produira, une couche d'au moins 2 pouces de pierre concassée doit être compactée pour fournir un support permanent sous le tuyau. N'oubliez pas que tous les tuyaux qui pénètrent un mur à partir de l'extérieur doivent être protégés contre les charges de flexion en porte-à-faux.

9.2 Tuyau installé sous l'eau : Lorsqu'il faut traverser un cours d'eau n'exigeant qu'une faible déflexion des joints et qu'une retenue des joints n'est pas nécessaire, un tuyau à joints à emboîtement standard ou à joints mécaniques peut être utilisé. Si le plan d'eau est profond et que l'angle de déflexion

du joint nécessaire pour suivre le contour du lit du cours d'eau est important, un tuyau à joints à rotule, permettant un angle de déflexion allant jusqu'à 15°, doit être utilisé. Une combinaison de joints retenus et de joints à rotule peut être utilisée selon les conditions du fond de la tranchée et des exigences d'exploitation. Pour plus de détails sur les différents joints à rotule qui sont offerts, visitez les sites internet des compagnies membres.

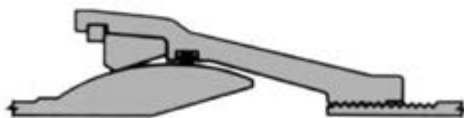
Joint s à rotule



Flex-Lok® (4\"-24\")



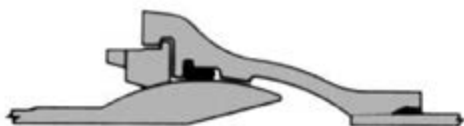
Flex-Lok® (30\"-54\")



SNAP-Lok™ (6\"-24\")



Joint s à rotule (6\" - 36\")



USIFLEX® (4"-36")



USIFLEX® (42"-48")

Il existe plusieurs méthodes d'installation de tuyau en fonte ductile à joints à rotule. Il peut être assemblé par sections de trois ou quatre longueurs, sur la rive ou sur le pont d'une barge, attaché à une poutre d'appui, puis descendu dans le lit du cours d'eau où des plongeurs peuvent alors raccorder les sections. (Les tuyaux à joints à rotule utilisent des joints avec dispositifs de verrouillage positifs.) Le tuyau à joints à rotule peut aussi être assemblé sur une rampe fixée au côté d'une barge et descendu en place à mesure que progresse l'assemblage.



Une autre méthode d'installation consiste à assembler la conduite sur la rive et à la tirer en place le long du fond du cours d'eau. Le tuyau peut également flotter en étant attaché à des barils ou des flotteurs, qui sont ensuite percés ou relâchés de manière contrôlée jusqu'à ce que le tuyau atteigne la position désirée.

Une méthode similaire consiste à assembler le tuyau sur la rive, à le tirer dans l'eau sur des patins à mesure qu'une longueur est raccordée, puis à les attacher à des flotteurs. La conduite se prolonge de plus en plus loin dans l'eau à mesure que chaque longueur est posée et la conduite terminée est alors submergée de la manière décrite ci-dessus.

Les conduites immergées dans des cours d'eau navigables doivent être placées dans des tranchées et couvertes pour les protéger des dommages ou des déplacements inopinés causés par la circulation des bateaux et navires. S'il y a lieu, les méthodes d'installation doivent être conformes aux réglementations gouvernementales appropriées. Dans tous les cas, il faut prévenir une déflexion excessive des joints et les empêcher d'être soumis à des charges de flexion excessives.

9.3 Tuyau sur des supports ou traversant des ponts :

La pratique habituelle consiste à installer un support par section de tuyau, derrière le bout femelle du tuyau. Pour les installations souterraines, un espacement plus étroit des supports peut être nécessaire en raison des plus grandes charges externes qui s'exercent sur le tuyau. En ce qui concerne les installations au-dessus du niveau du sol, il est nécessaire d'assurer un minimum de stabilité latérale et verticale aux supports. La déflexion des joints du tuyau peut avoir pour résultat des forces de poussée d'origine hydrostatique ou hydrodynamique qui, si elles ne sont pas latéralement et verticalement retenues, peuvent entraîner une déflexion supplémentaire des joints et une défaillance possible de la conduite.

L'expansion thermique des conduites en fonte ductile supportées au-dessus du sol ne pose généralement pas de problème si le réseau a été conçu et installé correctement en raison de la nature du joint à emboîtement ou du joint mécanique. Un changement de température de 100 degrés Fahrenheit se traduit par l'expansion ou la contraction d'environ 0,15 po pour un tuyau en fonte ductile de 20 pieds. Un tuyau et des joints correctement installés peuvent facilement absorber cette modification. À l'occasion, lorsqu'on prévoit que les structures auxquelles sera suspendu le tuyau en fonte ductile auront un comportement très différent de celui de la conduite, des mesures spéciales doivent alors être envisagées concernant la dilatation, la contraction et l'utilisation de supports.



Remarque : Les compagnies membres de DIPRA offrent des joints spéciaux qui permettent des portées de plus d'une longueur de tuyaux dans certains cas.

9.4 Isolation du tuyau : Il est nécessaire d'isoler les tuyaux dans les climats où les conduites d'eau sur des supports ou dans des gaines sont soumises au gel. L'isolation sert également à réduire les pertes de chaleur pour certains services. Il peut être nécessaire, dans certains cas, de tenir compte de la dilatation, de la contraction et de la retenue de la poussée.

Des joints d'étanchéité spéciales ou d'autres mesures peuvent également s'avérer nécessaires pour des installations à haute température.

Les matériaux isolants peuvent être en fibre de verre, en verre cellulaire, en polystyrène expansé, en uréthane, etc. Les revêtements imperméables couvrant l'isolant sont généralement fabriqués en ciment bitumineux, en fibre de verre recouverte de bitume ou en aluminium ondulé. L'épaisseur du matériau isolant doit être calculée précisément et le matériau doit être installé conformément aux instructions de l'ingénieur, du fabricant ou du service d'utilités publiques concerné. Des manchons métalliques doivent être placés au niveau des supports autour de l'isolant afin de l'empêcher d'être écrasé.

Remarque : L'isolation ne contribue pas à l'apport de chaleur, mais réduit plutôt le taux de perte de chaleur. Par conséquent, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un apport de chaleur pour prévenir le gel, au besoin.



Chapitre 10

Informations utiles

Normes

ANSI/AWWA C104/A21.4

Cement-Mortar
Lining For
Ductile Iron
Pipe and
Fittings

ANSI/AWWA C105/A21.5

Polyethylene
Encasement for
Ductile-Iron
Ductile Iron
Pipe Systems

ANSI/AWWA C110/A21.10

Ductile Iron and
Gray-Iron Fittings
Fittings

ANSI/AWWA C111/A21.11

Rubber-Gasket
Joints for Ductile-
Iron Ductile Iron
Pressure Pipe
and Fittings

ANSI/AWWA C115/A21.15

Flanged
Ductile Iron
Ductile-Iron Pipe
With Ductile-Iron or
Gray-Iron Fittings
Gray-Iron Threaded
Flanges

Normes (suite)

ANSI/AWWA C116/A21.16

Protective
Fusion-Bonded
Coatings for the
Interior and
Exterior
Surfaces of Ductile-
Iron Ductile Iron and
Gray-Iron Fittings
Fittings

ANSI/AWWA C150/A21.50

Thickness Design of
Ductile-Iron Pipe

ANSI/AWWA C151/A21.51

Ductile-Iron Pipe,
Centrifugally Cast

ANSI/AWWA C153/A21.53

Ductile-Iron
Compact Fittings

ANSI/AWWA C600

Installation of
Ductile-Iron Water
Mains and Their
Appurtenances

ANSI/AWWA C606

Grooved and
Shouldered Joints

ANSI/AWWA C651

Disinfecting Water
Mains

ASTM A674

Polyethylene
Encasement
Encasement for
Ductile-Iron
for Ductile-Iron
Pipe or Other Liquids

ASTM A716

Ductile Iron
Culvert Pipe

ASTM A746

Ductile Iron
Gravity Sewer Pipe
Pipe

MSS SP-60

Connecting
Flange Joint
between Tapping
Sleeves and
Tapping Valves

MSS SP-111
Ductile Iron

Gray Iron and
Ductile Iron
Tapping Sleeves

Organismes de normalisation

American National Standards Institute (ANSI)
11 West 42nd Street
New York, New York 10036

American Society for Testing and Materials (ASTM)
100 Barr Harbor Drive
West Conshohocken, Pennsylvanie 19428

American Society of Mechanical Engineers (ASME)
345 East 47th Street
New York, New York 10017

American Water Works Association (AWWA)
6666 West Quincy Avenue
Denver, Colorado 80235

Manufacturers Standardization Society (MSS)
Valve and Fittings Industry, Inc.
127 Park Street, N.E.
Vienna, Virginia 22180

Installation de tuyau en fonte ductile pour applications spéciales

Pour des recommandations spéciales concernant l'installation de conduites d'air comprimé, de tuyauterie de traitement de produits chimiques et autres applications spéciales, contactez les compagnies membres de DIPRA.

Dilatation linéaire du tuyau en fonte ductile

Le coefficient de dilatation linéaire de la fonte ductile est le suivant : $6,2 \times 10^{-6}$ pouces par pouce-°F. La dilatation ou la contraction, en pouces, qui se produira dans une conduite de longueur donnée en fonction des divers changements de température est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau 15

Dilatation linéaire du tuyau en fonte ductile-pouces

Différence de température (°F)	Longueur de la conduite (pi)			
	100	500	1000	5280
5	0,037	0,19	0,37	1,96
10	0,074	0,37	0,74	3,93
20	0,149	0,74	1,48	7,86
30	0,223	1,12	2,23	11,78
40	0,298	1,49	2,98	15,71
50	0,372	1,86	3,72	19,64
60	0,446	2,23	4,46	23,57
70	0,520	2,60	5,20	27,50
80	0,595	2,98	5,95	31,43
90	0,670	3,35	6,70	35,35
100	0,744	3,72	7,44	39,28
120	0,893	4,46	8,93	47,14
150	1,116	5,58	11,16	58,92

Tableau 16

Facteurs de conversion

Multipliez	par	pour obtenir
Acres	43 560	Pieds carrés
Acres	4 047	Mètres carrés
Acres-pieds	43 560	Pieds cubes
Acres-pieds	325 851	Gallons U.S.
Atmosphères	29,92	Pouces de mercure
Atmosphères	33,90	Pieds d'eau
Atmosphères	14,70	Livres/pouce carré
Bars	14,5	Livres/pouce carré
Centimètres	0,3937	Pouces
Centimètres	0,01	Mètres
Centimètres	10	Millimètres
Pieds cubes	1 728	Pouces cubes
Pieds cubes	0,02832	Mètres cubes
Pieds cubes	0,03704	Verges cubes
Pieds cubes	7,48052	Gallons U.S.
Pieds cubes/ minute	0,1247	Gallons U.S./seconde
Pieds cubes/ minute	62,4	Livres d'eau /minute
Pieds cubes/ seconde	0,646317	Millions de gallons U.S. / jour
Pieds cubes/ seconde	448,831	Gallons U.S./minute
Pouces cubes	$5,787 \times 10^{-4}$	Pieds cubes
Pouces cubes	$2,143 \times 10^{-5}$	Verges cubes
Pouces cubes	$4,329 \times 10^{-3}$	Gallons U.S.
Verges cubes	27	Pieds cubes
Verges cubes	46 656	Pouces cubes
Verges cubes	201,974	Gallons U.S.

Multipliez	par	pour obtenir
Pieds	0,3048	Mètres
Pieds d'eau	0,02950	Atmosphères
Pieds d'eau	0,8826	Pouces de mercure
Pieds d'eau	0,4335	Livres/pouce carré
Pieds/minute	0,01667	Pieds/seconde
Pieds/minute	0,01136	Milles/heure
Pieds/seconde	0,6818	Milles/heure
Gallons U.S.	0,1337	Pieds cubes
Gallons U.S.	231	Pouces cubes
Gallons U.S. d'eau	8,3453	Livres d'eau
Gallons U.S. / minute	$1,440 \times 10^{-3}$	Millions de gallons U.S./jour
Gallons U.S./ minute	$2,228 \times 10^{-3}$	Pieds cubes/seconde
Gallons U.S. / minute	8,0208	Pieds cubes/heure
Gallons U.S. d'eau/minute	6,0086	Tonnes d'eau/24 heures
Grains/gallon américain	17,118	Parties/million
Puissance (HP)	42,44	B.T.U./minute
Puissance (HP)	33 000	Pieds-livres/minute
Puissance (HP)	550	Pieds-livres/seconde
Puissance (HP)	0,7457	Kilowatts
Puissance (HP) (chaudière)	33 479	B.T.U./heure
Pouces	2,540	Centimètres
Pouces de mercure	0,03342	Atmosphères
Pouces de mercure	1,133	Pieds d'eau
Pouces de mercure	0,4912	Livres/pouce carré

Multipliez	par	pour obtenir
Pouces d'eau	0,002458	Atmosphères
Pouces d'eau	0,03613	Livres/pouce carré
Kilomètres	0,621	Milles
Milles	5 280	Pieds
Milles	1,6093	Kilomètres
Milles/heure	88	Pieds/minute
Milles/heure	1,467	Pieds/seconde
Milligrammes/litre	1	Parties/million
Millions de gallons U.S./jour	1,54723	Pieds cubes/seconde
Millions de gallons U.S./jour	694,444	Gallons/minute
Parties/million	0,0584	Grains/gallon américain
Parties/million	8,345	Livres/million de gallons
Livres	16	Onces
Livres	0,0005	Tonnes (U.S.)
Livres d'eau	0,01602	Pieds cubes
Livres d'eau	27,68	Pouces cubes
Livres d'eau	0,1198	Gallons U.S.
Livres d'eau/min.	$2,670 \times 10^{-4}$	Pieds cubes/seconde
Livres/pied cube	$5,787 \times 10^{-4}$	Livres/pouce cube
Livres/pied carré	0,01602	Pieds d'eau
Livres/pied carré	$6,944 \times 10^3$	Livres/pouce carré
Livres/pied carré	0,06804	Atmosphères
Livres/pied carré	0,06897	Bars
Livres/pied carré	2,307	Pieds d'eau
Livres/pied carré	2,036	Pouces de mercure
Livres/pied carré	6,895	Kilopascals

Multipliez	par	pour obtenir
Pintes	57,75	Pouces cubes
Pieds carrés	$2,296 \times 10^5$	Acres
Pieds carrés	144	Pouces carrés
Pieds carrés	$3,587 \times 10^{-3}$	Milles carrés
Pouces carrés	$6,944 \times 10^3$	Pieds carrés
Milles carrés	640	Acres
Milles carrés	$27,88 \times 10^6$	Pieds carrés
Milles carrés	$3,098 \times 10^6$	Verges carrées
Verges carrées	$2,066 \times 10$	Acres
Verges carrées	9	Pieds carrés
Verges carrées	$3,228 \times 10^7$	Milles carrés
Temp. (°C) + 273,15	1	Température absolue (°K)
Temp. (°C) + 17,78	1.8	Température (°F)
Temp. (°F) - 32	5/9	Température (°C)
Tonnes (U.S.)	2 000	Livres
Tonnes d'eau/ 24 heures	83,333	Livres d'eau/heure
Tonnes d'eau/ 24 heures	0,16643	Gallons U.S./minute
Tonnes d'eau/ 24 heures	1,3349	Pieds cubes/heure
Watts	$1,341 \times 10^3$	HP
Verges	91,44	Centimètres
Verges	3	Pieds
Verges	36	Pouces
Verges	0,9144	Mètres

Tableau 17**Dimensions et poids standards des tuyaux en fonte ductile à joints à emboîtement**

Diamètre du tuyau (po)	Classe de pression	Épaisseur (po)	O.D. ¹ (po)	Poids du fût par pied (lb)
3	350	,25	3,96	8,9
4	350	,25	4,80	10,9
6	350	,25	6,90	16,0
8	350	,25	9,05	21,1
10	350	,26	11,10	27,1
12	350	,28	13,20	34,8
14	250	,28	15,30	40,4
	300	,30	15,30	43,3
	350	,31	15,30	44,7
16	250	,30	17,40	49,3
	300	,32	17,40	52,5
	350	,34	17,40	55,8
18	250	,31	19,50	57,2
	300	,34	19,50	62,6
	350	,36	19,50	66,2
20	250	,33	21,60	67,5
	300	,36	21,60	73,5
	350	,38	21,60	77,5
24	200	,33	25,80	80,8
	250	,37	25,80	90,5
	300	,40	25,80	97,7
	350	,43	25,80	104,9
30	150	,34	32,00	103,5
	200	,38	32,00	115,5
	250	,42	32,00	127,5
	300	,45	32,00	136,5
	350	,49	32,00	148,4

¹Tolérance du OD de l'extrémité mâle : 3 à 12 po, + 0,06 po; 14 à 24 po, + 0,05 po, - 0,08 po; 30 à 48 po, + 0,08 po, - 0,06 po; 54 à 64 po, + 0,04 po, - 0,10 po.

²Les poids des bouts femelles indiqués ci-dessus sont valides pour une pression de service de 350 lb/po². Les poids des bouts femelles varient en fonction des différences de conception des joints à emboîtement. Le fabricant doit

Poids du bout femelle ² (lb)	Longueurs de pose de 18 pi		Longueurs de pose de 20 pi	
	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)
7,0	165	9,3	185	9,2
9,0	205	11,4	225	11,3
11,0	300	16,6	330	16,5
17,0	395	22,0	440	22,0
24,0	510	28,4	565	28,3
29,0	655	36,4	725	36,3
45,0	770	42,9	855	42,7
45,0	825	45,8	910	45,6
45,0	850	47,2	940	47,0
54,0	940	52,3	1040	52,0
54,0	1000	55,5	1105	55,2
54,0	1060	53,8	1170	58,5
59,0	1090	60,5	1205	60,2
59,0	1185	65,9	1310	65,6
59,0	1250	69,5	1385	69,2
74,0	1290	71,6	1425	71,2
74,0	1395	77,6	1545	77,2
74,0	1470	81,6	1625	81,2
95,0	1550	86,1	1710	85,6
95,0	1725	95,8	1905	95,3
95,0	1855	103,0	2050	102,5
95,0	1985	110,2	2195	109,7
139,0	2000	111,2	2210	110,5
139,0	2220	123,2	2450	122,5
139,0	2435	135,2	2690	134,5
139,0	2595	144,2	2870	143,5
139,0	2810	156,1	3105	155,3

calculer les poids des bouts femelles en utilisant les poids standards du fût et les poids des bouts femelles fabriqués.

³Incluant le bout femelle; Poids calculé du tuyau arrondi à 5 livres près.

⁴Incluant le bout femelle; poids moyen par pied basé sur le poids calculé du tuyau avant d'arrondir.

Tableau 17 (suite)

Dimensions et poids standards des tuyaux en fonte ductile à joints à emboîtement

Diamètre du tuyau (po)	Classe de pression	Épaisseur (po)	OD ¹ (po)	Poids du fût par pied (lb)
36	150	,38	38,30	138,5
	200	,42	38,30	152,9
	250	,47	38,30	170,9
	300	,51	38,30	185,3
	350	,56	38,30	203,2
42	150	,41	44,50	173,8
	200	,47	44,50	198,9
	250	,52	44,50	219,9
	300	,57	44,50	240,7
	350	,63	44,50	265,7
48	150	,46	50,80	222,6
	200	,52	50,80	251,3
	250	,58	50,80	280,0
	300	,64	50,80	308,6
	350	,70	50,80	337,1
54	150	,51	57,56	279,7
	200	,58	57,56	317,7
	250	,65	57,56	355,6
	300	,72	57,56	393,4
	350	,79	57,56	431,1
60	150	,54	61,61	317,0
	200	,61	61,61	357,7
	250	,68	61,61	398,3
	300	,76	61,61	444,6
	350	,83	61,61	485,0
64	150	,56	65,67	350,5
	200	,64	65,67	400,1
	250	,72	65,67	449,6
	300	,80	65,67	498,9
	350	,87	65,67	542,0

¹Tolérance du DE de l'extrémité mâle : 3 à 12 po, + 0,06 po; 14 à 24 po, + 0,05 po, - 0,08 po; 30 à 48 po, + 0,08 po, - 0,06 po; 54 à 64 po, + 0,04 po, - 0,10 po.

²Les poids des bouts femelles indiqués ci-dessus sont valides pour une pression de service de 350 lb/po². Les poids des bouts femelles varient en fonction des différences de conception des joints à emboîtement. Le fabricant doit

Poids du bout femelle ² (lb)	Longueurs de pose de 18 pi		Longueurs de pose de 20 pi	
	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)
184,0	2675	148,7	2955	147,7
184,0	2935	163,1	3240	162,1
184,0	3260	181,1	3600	180,1
184,0	3520	195,5	3890	194,5
184,0	3840	213,4	4250	212,4
289,0	3415	189,9	3765	188,3
289,0	3870	215,0	4265	213,3
289,0	4245	236,0	4685	234,3
289,0	4620	256,8	5105	255,2
289,0	5070	281,8	5605	280,2
354,0			4805	240,3
354,0			5380	269,0
354,0			5955	297,7
354,0			6525	326,3
354,0			7095	354,8
439,0			6035	301,7
439,0			6795	339,7
439,0			7550	377,5
439,0			8305	415,3
439,0			9060	453,1
588,0			6930	346,4
588,0			7740	387,1
588,0			8555	427,7
588,0			9480	474,0
588,0			10290	514,4
670,0			7680	384,0
670,0			8670	433,6
670,0			9660	483,1
670,0			10650	532,4
670,0			11510	575,5

calculer les poids des bouts femelles en utilisant les poids standards du fût et les poids des bouts femelles fabriqués.

³Incluant le bout femelle; Poids calculé du tuyau arrondi à 5 livres près.

⁴Incluant le bout femelle; poids moyen par pied basé sur le poids calculé du tuyau avant d'arrondir.

Tableau 18**Dimensions et poids standards des tuyaux en fonte ductile à joints mécaniques**

Diamètre du tuyau (po)	Classe de pression	Épaisseur (po)	OD ¹ (po)	Poids du fût par pied (lb)
3	350	,25	3,96	8,9
4	350	,25	4,80	10,9
6	350	,25	6,90	16,0
8	350	,25	9,05	21,1
10	350	,26	11,10	27,1
12	350	,28	13,20	34,8
14	250	,28	15,30	40,4
	300	,30	15,30	43,3
	350	,31	15,30	44,7
16	250	,30	17,40	49,3
	300	,32	17,40	52,5
	350	,34	17,40	55,8
18	250	,31	19,50	57,2
	300	,34	19,50	62,6
	350	,36	19,50	66,2
20	250	,33	21,60	67,5
	300	,36	21,60	73,5
	350	,38	21,60	77,5
24	200	,33	25,80	80,8
	250	,37	25,80	90,5
	300	,40	25,80	97,7
	350	,43	25,80	104,9

¹Tolérance du OD de l'extrémité mâle : 3 à 12 po, + 0,06 po; 14 à 24 po, + 0,05 po, - 0,08 po.

²Les poids des bouts femelles indiqués ci-dessus sont valides pour une pression de service de 350 lb/po² et sont conformes à la norme ANSI/AWWA C111/A21.11.

Les poids des bouts femelles varient en fonction des

Poids du bout femelle ² (lb)	Longueurs de pose de 18 pi		Longueurs de pose de 20 pi	
	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)	Poids par longueur ³ (lb)	Poids moyen par pied ⁴ (lb)
9,0	170	9,4	185	9,3
13,0	210	11,6	230	11,6
18,0	305	17,0	340	16,9
24,0	405	22,4	445	22,3
31,0	520	28,8	575	28,7
37,0	665	36,9	735	36,7
61,0	790	43,8	870	43,5
61,0	840	46,7	925	46,3
61,0	865	48,1	955	47,8
74,0	960	53,4	1060	53,0
74,0	1020	56,6	1125	56,2
74,0	1080	59,9	1190	59,5
85,0	1115	61,9	1230	61,5
85,0	1210	67,3	1335	66,8
85,0	1275	70,9	1410	70,5
98,0	1315	73,0	1450	72,4
98,0	1420	78,9	1570	78,4
98,0	1495	83,0	1650	82,4
123,0	1575	87,6	1740	87,0
123,0	1750	97,3	1935	96,7
123,0	1880	104,5	2075	103,8
123,0	2010	111,7	2220	111,1

différences de conception. Le fabricant doit calculer les poids des bouts femelles en utilisant les poids standards du fût et les poids des bouts femelles fabriqués.

³Incluant le bout femelle; Poids calculé du tuyau arrondi à 5 livres près.

⁴Incluant le bout femelle; poids moyen par pied basé sur le poids calculé du tuyau avant d'arrondir.

Tableau 19**Épaisseurs de tuyau requises pour les différents diamètres de prises sous pression**

Selon la norme AWWA B1.20.1 pour les filets de tuyau conique standard* avec deux, trois et quatre filets complets

Diamètre du tuyau (po)	Nombre de filets	Diamètre du branchement (po) Épaisseur du tuyau (po)			
		1/2	3/4	1	1-1/4
3	2	0,18	0,21	0,28	
3	3	0,26	0,29	0,37	
3	4	0,33	0,36	0,46	
4	2	0,17	0,19	0,26	0,31
4	3	0,25	0,27	0,35	0,40
4	4	0,32	0,34	0,44	0,49
6	2	0,17	0,18	0,23	0,27
6	3	0,25	0,26	0,32	0,36
6	4	0,32	0,33	0,41	0,45
8	2	0,16	0,17	0,22	0,24
8	3	0,24	0,25	0,31	0,33
8	4	0,31	0,32	0,40	0,42
10	2	0,15	0,17	0,21	0,23
10	3	0,23	0,25	0,30	0,32
10	4	0,30	0,32	0,39	0,41
12	2	0,15	0,16	0,20	0,22
12	3	0,23	0,24	0,29	0,31
12	4	0,30	0,31	0,38	0,40
14	2	0,15	0,16	0,20	0,22
14	3	0,23	0,24	0,29	0,31
14	4	0,30	0,31	0,38	0,40
16	2	0,15	0,16	0,20	0,21
16	3	0,23	0,24	0,29	0,30
16	4	0,30	0,31	0,38	0,39
18	2	0,15	0,15	0,19	0,21
18	3	0,23	0,23	0,28	0,30
18	4	0,30	0,30	0,37	0,39
20	2	0,15	0,15	0,19	0,20
20	3	0,23	0,23	0,28	0,29
20	4	0,30	0,30	0,37	0,38

Tableau 19 (suite)

Épaisseurs de tuyau requises pour les différents diamètres de prises sous pression

Selon la norme AWWA B1.20.1 pour les filets de tuyau conique standard* avec deux, trois et quatre filets complets

Diamètre du tuyau (po)	Nombre de filets	Diamètre du branchement (po) Épaisseur du tuyau (po)			
		1/2	3/4	1	1-1/4
24	2	0,14	0,15	0,19	0,20
24	3	0,22	0,23	0,28	0,29
24	4	0,29	0,30	0,37	0,38
30	2	0,14	0,15	0,19	0,19
30	3	0,22	0,23	0,28	0,28
30	4	0,29	0,30	0,37	0,37
36	2	0,14	0,14	0,18	0,19
36	3	0,22	0,22	0,27	0,28
36	4	0,29	0,29	0,36	0,37
42	2	0,14	0,14	0,18	0,19
42	3	0,22	0,22	0,27	0,28
42	4	0,29	0,29	0,36	0,37
48	2	0,14	0,14	0,18	0,18
48	3	0,22	0,22	0,27	0,27
48	4	0,29	0,29	0,36	0,36
54	2	0,15	0,15	0,18	0,19
54	3	0,22	0,22	0,27	0,27
54	4	0,29	0,29	0,36	0,36
60	2	0,15	0,15	0,18	0,19
60	3	0,22	0,22	0,27	0,27
60	4	0,29	0,29	0,35	0,36
64	2	0,15	0,15	0,18	0,18
64	3	0,22	0,22	0,27	0,27
64	4	0,29	0,29	0,35	0,36

Diamètre du branchement (po)					
Épaisseur du tuyau (po)					
1-1/2	2	2-1/2	3	3-1/2	4
0,21	0,22	0,32	0,37	0,40	0,45
0,30	0,31	0,44	0,50	0,52	0,58
0,39	0,40	0,57	0,62	0,65	0,70
0,20	0,21	0,31	0,34	0,37	0,41
0,29	0,30	0,44	0,46	0,50	0,54
0,38	0,39	0,56	0,59	0,62	0,66
0,20	0,21	0,30	0,33	0,35	0,38
0,29	0,30	0,42	0,46	0,48	0,50
0,38	0,39	0,55	0,58	0,60	0,63
0,19	0,20	0,29	0,32	0,34	0,36
0,28	0,29	0,42	0,44	0,46	0,48
0,37	0,38	0,54	0,57	0,59	0,61
0,19	0,20	0,29	0,31	0,32	0,35
0,28	0,29	0,42	0,44	0,44	0,48
0,37	0,38	0,54	0,56	0,57	0,60
0,19	0,20	0,29	0,30	0,32	0,34
0,28	0,29	0,41	0,43	0,44	0,46
0,36	0,37	0,54	0,55	0,57	0,59
0,19	0,20	0,28	0,30	0,31	0,33
0,28	0,28	0,41	0,42	0,44	0,46
0,36	0,37	0,53	0,55	0,56	0,58
0,19	0,20	0,28	0,30	0,31	0,33
0,27	0,28	0,41	0,42	0,44	0,45
0,36	0,37	0,53	0,55	0,56	0,58

Tableau 20**Épaisseurs de tuyau requises pour différents diamètres de prises sous pression**

Selon la norme AWWA C800 pour les filets de robinet de prise standard* avec deux, trois et quatre filets complets

Diamètre du tuyau (po)	Nombre de filets	Diamètre du branchement (po) Épaisseur du tuyau (po)		
		1/2	5/8	3/4
3	2	0,21	0,24	0,25
3	3	0,29	0,32	0,33
3	4	0,36	0,39	0,40
4	2	0,19	0,22	0,23
4	3	0,27	0,30	0,31
4	4	0,34	0,37	0,38
6	2	0,18	0,20	0,20
6	3	0,26	0,28	0,28
6	4	0,33	0,35	0,35
8	2	0,17	0,18	0,19
8	3	0,25	0,26	0,27
8	4	0,32	0,33	0,34
10	2	0,17	0,17	0,18
10	3	0,25	0,25	0,26
10	4	0,32	0,32	0,33
12	2	0,16	0,17	0,17
12	3	0,24	0,25	0,25
12	4	0,31	0,32	0,32
14	2	0,16	0,17	0,17
14	3	0,24	0,25	0,25
14	4	0,31	0,32	0,32
16	2	0,16	0,16	0,17
16	3	0,24	0,24	0,25
16	4	0,31	0,31	0,32
18	2	0,15	0,16	0,16
18	3	0,23	0,24	0,24
18	4	0,30	0,31	0,31
20	2	0,15	0,16	0,16
20	3	0,23	0,24	0,24
20	4	0,30	0,31	0,31
24	2	0,15	0,15	0,16
24	3	0,23	0,23	0,24
24	4	0,30	0,30	0,31
30	2	0,15	0,15	0,16
30	3	0,23	0,23	0,24
30	4	0,30	0,30	0,31

*Le filet du robinet de prise est connu dans l'industrie sous le terme filet Mueller.

Diamètre du branchement (po)			
Épaisseur du tuyau (po)			
1	1-1/4	1-1/2	2
0,33			
0,41			
0,49			
0,30	0,36		
0,38	0,45		
0,46	0,54		
0,26	0,30	0,35	
0,34	0,39	0,44	
0,42	0,48	0,53	
0,24	0,27	0,31	0,39
0,32	0,36	0,40	0,48
0,40	0,45	0,49	0,57
0,23	0,25	0,28	0,35
0,31	0,34	0,37	0,44
0,39	0,43	0,46	0,53
0,22	0,24	0,26	0,32
0,30	0,33	0,35	0,41
0,38	0,42	0,44	0,50
0,21	0,23	0,25	0,30
0,29	0,32	0,34	0,39
0,37	0,41	0,43	0,48
0,21	0,22	0,24	0,28
0,29	0,31	0,33	0,37
0,37	0,40	0,42	0,46
0,20	0,21	0,23	0,27
0,28	0,30	0,32	0,36
0,36	0,39	0,41	0,45
0,20	0,21	0,23	0,26
0,28	0,30	0,32	0,35
0,36	0,39	0,41	0,44
0,19	0,21	0,22	0,24
0,27	0,30	0,31	0,33
0,35	0,39	0,40	0,42
0,19	0,20	0,21	0,23
0,27	0,29	0,30	0,32
0,35	0,38	0,39	0,41

Tableau 20 (suite)

Épaisseurs de tuyau requises pour différents diamètres de prises sous pression

Selon la norme AWWA C800 pour les filets de robinet de prise standard* avec deux, trois et quatre filets complets

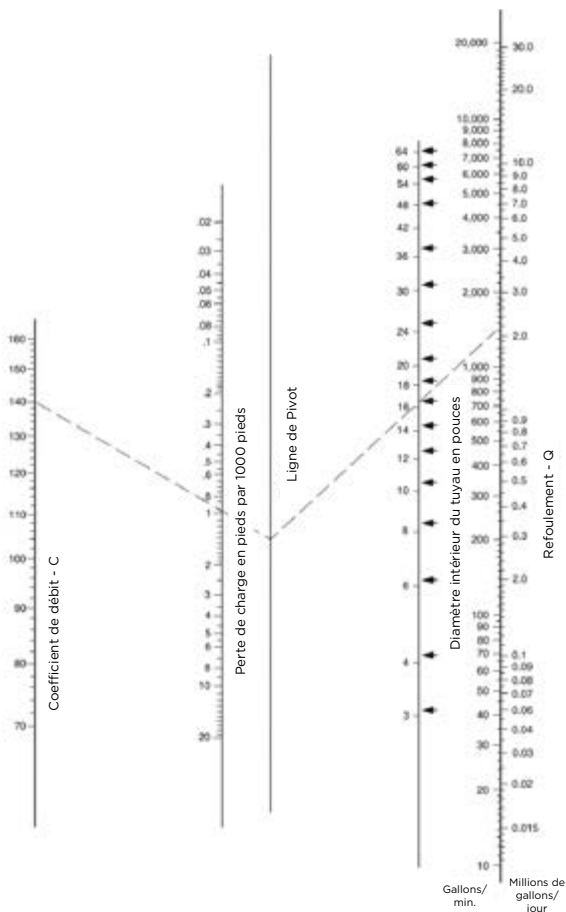
Diamètre du tuyau (po)	Nombre de filets	Diamètre du branchement (po) Épaisseur du tuyau (po)		
		1/2	5/8	3/4
36	2	0,14	0,15	0,15
36	3	0,22	0,23	0,23
36	4	0,29	0,30	0,30
42	2	0,14	0,14	0,15
42	3	0,22	0,22	0,23
42	4	0,29	0,29	0,30
48	2	0,14	0,14	0,15
48	3	0,22	0,22	0,23
48	4	0,29	0,29	0,30
54	2	0,14	0,14	0,14
54	3	0,22	0,22	0,22
54	4	0,29	0,29	0,29
60	2	0,14	0,14	0,14
60	3	0,22	0,22	0,22
60	4	0,29	0,29	0,29
64	2	0,14	0,14	0,15
64	3	0,22	0,22	0,22
64	4	0,29	0,29	0,29

*Le filet du robinet de prise est connu dans l'industrie sous le terme filet Mueller.

Diamètre du branchement (po)			
Épaisseur du tuyau (po)			
1	1-1/4	1-1/2	2
0,19	0,20	0,20	0,22
0,27	0,29	0,29	0,31
0,35	0,38	0,38	0,40
0,18	0,19	0,20	0,21
0,26	0,28	0,29	0,30
0,34	0,37	0,38	0,39
0,18	0,18	0,19	0,20
0,26	0,27	0,28	0,29
0,34	0,36	0,37	0,38
0,17	0,18	0,19	0,20
0,25	0,27	0,28	0,29
0,34	0,36	0,36	0,38
0,17	0,18	0,19	0,20
0,25	0,27	0,28	0,29
0,34	0,36	0,36	0,38
0,17	0,18	0,19	0,20
0,25	0,27	0,28	0,29
0,34	0,36	0,36	0,38

Tableau 21

Nomographe pour diamètre de tuyau, perte de charge et débit pour les tuyaux en fonte ductile



Remarque : Basé sur la formule de Hazen-Williams : $Q = 0,006756CD^{2,63}H^{0,54}$. (<) Les diamètres intérieurs réels du tuyau à revêtement de mortier de ciment sont montrés $0,006756CD^{2,63}H^{0,54}$. Pour le tuyau en fonte ductile à revêtement intérieur en mortier de ciment, $C=140$.
tuyau en fonte ductile à revêtement intérieur des classes de pression les plus basses offertes.

Index

B

Bouchons pour tuyaux	46
Bouts femelles	
Nettoyage	44
Sens de pose	45
Branchements	
Diamètre maximal	91
Épaisseurs de tuyau requises selon la norme AWWA B1.20.1	116
Épaisseurs de tuyau requises selon la norme AWWA C800	120
Grands diamètres	93
Butées	69

C

Coefficient de dilatation linéaire	104
Chaussée	
Enlèvement	21
Remplacement	77
Conditions de pose standard	41
Coupe de tuyau	56

D

Déchargement	
Camions	10
Wagons de chemin de fer	9
Déflexion	
Joints à emboîtement	54
Joints mécaniques	55
Dégel électrique	61
Désinfection	83
Méthode à alimentation continue	85
Méthode à comprimés	83
Méthode de la charge	86
Dilatation linéaire	104
Dimensions	
Tuyau à joints à emboîtement	110
Tuyau à joints mécaniques	114
Dispositifs de levage	
Crochets	13
Élingues	13
Pincés à tuyau	13
Dynamitage	25

E

Égouts sanitaires	20
Empilage des tuyaux	14
Essai hydrostatique	
Tolérance d'essai hydrostatique	80
Pression d'essai hydrostatique	81
Étayage	26
Événements	65
Excavation	21
Excavation dans le roc	24

F

Facteurs de conversion	105
------------------------	-----

G

Gaine en acier	59
Gaine de polyéthylène	30

I

Inspection	8
Introduction	5
Isolation	99
Installations spéciales	
Installations sans tranchée	60
Traverses d'autoroutes	59
Traverses de chemins de fer	59
Traverses de murs	95
Traverses de ponts	98
Tuyaux installés sous l'eau	95
Tuyaux sur supports	98

J

Joint	
À bride	52
À emboîtement	46
Déflexion	53
Mécaniques	49
Retenus	71
Joint d'étanchéité	15

L

Livraisons	9
Livraison sur le chantier	17

M

Manchons de transition	55
Mise en place du tuyau dans la tranchée	44

P

Planification préalable à la construction	18
Poids	
Tuyaux à joints à emboîtement	110
Tuyaux à joints à mécaniques	114
Poteaux d'incendie	
Ancrage	67
Drainage	66
Inspection	65
Installation	65
Poussée	
Butées	69
Forces de poussée	68
Purgeurs	65

R

Raccords et accessoires	15
Remblayage	76
Réparation de tuyaux	87
Retenue contre la poussée	63
Revêtements extérieurs spéciaux	14
Rinçage	78

S

Sécurité	26
Services de gaz	20
Services publics existants	19
Sol	
Corrosif	27
Expansible	27

T

Tirants	75
Tranchée	
Excavation	21
Fond	22
Largeur	23
Étayage	26

V

Vannes

Inspection	62
Installation	62
Fonctionnement	63
Retenue de la poussée	63



Notes



Notes



Notes

Pour plus d'information, contactez DIPRA ou l'un de ses membres.

DIPRA

Une association de fabricants de tuyaux de fonte ductile qui s'engage à maintenir un programme de recherche continu et une offre de services aux professionnels en distribution d'eau potable et d'eaux usées, contribuant ainsi aux plus hautes normes de qualité.

P.O. Box 190306
Birmingham, AL 35219
Tél. 205 402.8700
www.dipra.org

Membres

AMERICAN Ductile Iron Pipe
P.O. Box 2727
Birmingham, Alabama 35202-2727

Canada	Pipe	Company	ULC
1757,	Burlington	Street	East
Hamilton, Ontario L8N 3R5, Canada			

McWane Ductile
P.O. Box 6001
Coshocton, Ohio 43812-6001


United States Pipe and Foundry Company
Two Chase Corporate Drive
Suite 200
Birmingham, Alabama 35244

Réseaux sociaux

Tenez-vous au courant des dernières actualités sur les tuyaux de fonte ductile en nous suivant sur Facebook, Twitter et LinkedIn.

Visitez notre site internet à www.dipra.org/videos et cliquez sur l'icône YouTube pour y trouver des vidéos d'information sur la simplicité d'emploi, la résistance et la durabilité, de même que sur les avantages des tuyaux en fonte ductile par rapport à ceux en PVC.



Le tuyau de fonte ductile  **SMART**
certified

Copyright © 2017 par la Ductile Iron Pipe Research Association
ISBN 978-0-692-76042-0

Résistance et durabilité pour la vie