
GAINE DE POLYÉTHYLÈNE

*Protection efficace et économique pour
tuyaux de fonte ductile
installés en milieux corrosifs*



GAINÉ DE POLYÉTHYLÈNE

Introduction

EN PLUS DE 45 années de service dans des milliers de réseaux d'utilités aux États-Unis et à travers le monde, la gaine de polyéthylène s'est révélée un système efficace de protection contre la corrosion de millions de pieds de tuyaux de fonte grise et de fonte ductile. Aujourd'hui, c'est la méthode de protection des tuyaux de fonte ductile installés en milieux corrosifs, la plus largement utilisée.

Cette méthode de protection ne consiste qu'à envelopper le tuyau d'un tube ou d'une feuille de polyéthylène juste avant de l'enterrer. Il est facile pour les équipes de construction de l'installer sur place et c'est de loin la méthode la plus économique de protéger le tuyau de fonte ductile.

Et, à la différence des systèmes de protection cathodique et des revêtements liaisonnés, le polyéthylène est un système de protection passif, de sorte qu'il ne demande ni surveillance, ni entretien, ni supervision une fois installé.

Cette brochure présentera brièvement l'histoire et le développement de la gaine de polyéthylène, expliquera de quelle façon elle protège le tuyau de fonte ductile et mettra en évidence les études menées sur le terrain à travers le pays. Elle fera également ressortir les avantages qu'offre le polyéthylène par rapport aux autres méthodes de protection contre la corrosion, expliquera comment vérifier si la protection est assurée, décrira en détails les méthodes d'installation à suivre, et révisera brièvement les coûts associés au choix d'un système de protection contre la corrosion pour le tuyau de fonte ductile.

Historique et développement

La gaine de polyéthylène a été utilisée pour la première fois de façon expérimentale en 1951, par la Cast Iron Pipe Research Association (CIPRA)* et une de ses compagnies membres, pour protéger des canalisations à joint mécanique installées dans des cendres de remplissage extrêmement corrosives à Birmingham, en Alabama. Lors d'un examen deux ans plus tard, les parties non protégées du tuyau ont démontré des piquages significatifs dus à la corrosion. Les contre brides, les boulons, les écrous et la partie du tuyau protégée par la gaine de polyéthylène étaient en excellente condition.

**La Cast Iron Pipe Research Association (CIPRA) est devenue la Ductile Iron Pipe Research Association (DIPRA) en 1979.*

Bien que la majorité des sols ne soit pas jugés comme corrosifs pour la fonte ductile, les sols dans des sites d'enfouissement comme celui présenté ici sont généralement considérés comme corrosifs. D'autres milieux typiquement corrosifs comprennent les marécages, tourbières, argiles gonflantes et sols alcalins.

Clutek Seal





De plus, au début des années 1950, la CIPRA a mis sur pied un programme d'essai permanent enterrant des échantillons de tuyau de fonte grise, certains nus, d'autres revêtus d'une gaine de polyéthylène, dans des sols organiques extrêmement corrosifs dans les Everglades en Floride et plus tard dans des marais salés côtiers à Atlantic City au New Jersey.

Le succès connu par ces premières installations a mené à l'élaboration d'un programme de recherche continu généralisé, qui a permis d'établir l'efficacité du polyéthylène à assurer un degré élevé de protection pour les tuyaux de fonte grise et ductile enfouis dans la plupart des types de sols.

Vers la fin des années 1950, les excellents résultats obtenus dans le cadre du programme de recherche de la CIPRA, ont conduit à la première utilisation d'une gaine de polyéthylène sur un système d'aqueduc en service à Lafourche Parish, en Louisiane et à Philadelphie en Pennsylvanie. Et, en 1963, la CIPRA a continué ses recherches par l'enfouissement des premiers échantillons de tuyaux de fonte ductile sous gaine de polyéthylène, dans des sites d'essais situés dans les Everglades et à Wisconsin Rapids, au Wisconsin. Depuis, des millions de pieds de tuyaux de fonte grise et ductile ont été installés sous gaine de polyéthylène dans des milliers de réseaux d'aqueduc en service aux États-Unis et dans le monde.

En raison des excellents résultats obtenus avec la gaine de polyéthylène dans des conditions réelles de chantier, la première norme nationale ANSI/AWWA C105/A21.5 a été adoptée en 1972. L'American Society for Testing and Materials a publié une norme visant le polyéthylène (ASTM A674) en 1974. En 1981, la Grande-Bretagne adoptait une norme nationale. Des normes nationales et industrielles ont suivi dans plusieurs autres pays. Une norme internationale visant la gaine de polyéthylène (ISO 8180) a été adoptée en 1985.

Les exigences visant le matériau précisées dans la norme AWWA C105 depuis sa publication en 1972 étaient les suivantes : polyéthylène de basse densité (PEBD) de 8 mils d'épaisseur. Dans la révision de cette norme datant de 1993, la section visant le matériaux a été élargie pour comprendre le polyéthylène haute densité (PEHD), réticulé, de 4 mils d'épaisseur.

Le polyéthylène (PEHD) a d'abord été installé sur un réseau en exploitation à Aurora, au Colorado en 1981. En 1982, DIPRA a commencé à étudier la protection contre la corrosion assurée au tuyau de fonte ductile par le polyéthylène (PEHD) de 4 mils à son site d'essai de Logandale, au Nevada. Au cours de la révision de 1993 de la norme AWWA C105, le comité A21 a étudié les résultats des essais exécutés sur le PEHD de 4 mils et en est venu à la conclusion que tout indiquait qu'il assurait au tuyau de fonte ductile une protection comparable à celle offerte par le PEBD standard de 8 mils. Suite à cette conclusion, le comité A21 a choisi d'ajouter à la norme le polyéthylène PEHD de 4 mils.

Dans la version révisée de 1993 de la norme, la section sur les matériaux a aussi été modifiée pour inclure le polyéthylène de classe B (coloré), afin de permettre d'identifier au moyen de code de couleur, les tuyauteries d'eau potable/d'eaux usées de récupération et d'eaux d'égout afin de répondre aux exigences de plusieurs organismes de réglementation locaux ou de l'état.

La révision 1999 de la norme AWWA C105 comprend : (1) la suppression du PEBD de 8 mils (2) l'ajout du polyéthylène linéaire BD de 8 mils et (3) l'ajout d'exigences concernant la résistance aux chocs et aux déchirures et le marquage pour les deux matériaux (PEBD linéaire et PEHD). La révision présente un avantage pour l'utilisateur en offrant un polyéthylène amélioré.

Depuis la première publication de la norme en 1972, l'industrie de la pellicule de polyéthylène a fait un certain nombre d'avancées technologiques. La pellicule BD qui continue de bien servir l'industrie, est plus difficile à se procurer. De nouveaux matériaux, comme la pellicule BD linéaire qui a remplacé la pellicule BD est facile à obtenir, plus robuste et plus résistante aux dommages. Les exigences visant les matériaux applicables à la pellicule BD linéaire ont été définies d'après la norme australienne visant les gaines de polyéthylène pour les tuyaux de fonte ductile (AS 3680). Le matériau y est utilisé depuis plusieurs années.

Des essais de laboratoire indiquent que le PEHD de 4 mils et le PEBD linéaire de 8 mils peuvent être plus résistants aux dommages en cours de construction que le PEBD standard de 8 mils. La résistance à la traction, aux chocs et aux perforations du PEHD de 4 mils et du PEBD linéaire de 8 mils est également supérieure en raison des différences inhérentes à ce matériau. D'après les recherches menées par DIPRA en chantier et en laboratoire, la norme AWWA C105 recommande un matériau ou l'autre pour la protection contre la corrosion de tuyau de fonte ductile en milieux agressifs, soit le PEBD linéaire de 8 mils soit le PEHD de 4 mils.

Normes visant la gaine de polyéthylène

ANSI/AWWA C105/A21.5	1972
États-Unis	
ASTM A674	1974
États-Unis	
JDPA Z2005	1975
Japon	
BS6076	1981
Grande-Bretagne	
ISO 8180	1985
Internationale	
A.S. 3680 et A.S. 3681	1989
Australie	

Comme c'est le cas de toute autre méthode de protection contre la corrosion, il est important d'installer la gaine de polyéthylène correctement pour que son utilisation soit un succès. La gaine de polyéthylène doit être mise en place avec soin selon une des trois méthodes d'installation décrites dans la norme ANSI/AWWA C105/A21.5.

Façon dont la gaine de polyéthylène protège le tuyau de fonte ductile

Dans la tranchée, les membres de l'équipe enveloppent le tuyau de fonte ductile dans un tube ou une feuille de polyéthylène juste avant d'installer le tuyau. Le polyéthylène agit comme un film indépendant, qui empêche tout contact direct du tuyau avec le sol corrosif. Il réduit également effectivement l'électrolyte disponible pour supporter l'activité corrosive de toute forme d'humidité, qui pourrait être présente dans le mince espace annulaire compris entre le tuyau et le film de polyéthylène.

Normalement, un peu d'eau souterraine se glissera sous l'enveloppement. Bien que l'eau emprisonnée ait initialement les caractéristiques corrosives du sol environnant, la quantité d'oxygène dissous disponible à l'intérieur de la gaine, est vite épuisée et le processus d'oxydation s'arrête bien avant que des dommages ne se produisent. L'eau entre dans un état d'équilibre stagnant et un milieu homogène existe autour du tuyau.

Le film de polyéthylène réduit également la diffusion de toute quantité supplémentaire d'oxygène dissous à la surface du tuyau et la migration des produits de la corrosion vers l'extérieur du tuyau.

La gaine de polyéthylène n'est pas conçue pour être un système étanche. Quoique une fois installée, le poids du remblai de terre et du sol environnant empêche tout échange important d'eau souterraine entre la gaine et le tuyau.

Avantages que présente la gaine de polyéthylène

Bien qu'il existe d'autres façons de protéger le tuyau de fonte ductile en milieux corrosifs, y compris la protection cathodique et des revêtements extérieurs liaisonnés spéciaux, aucune méthode ne s'est montrée aussi efficace et économique que la gaine de polyéthylène.

Les excellentes propriétés diélectriques du polyéthylène lui permettent de protéger efficacement le tuyau contre les courants vagabonds de faible densité. Et, puisque le polyéthylène assure un environnement homogène pour le tuyau, les piles de corrosion galvanique localisées sont pratiquement



Chuck Seal

éliminées.

Les piqûres dans un matériau d'enveloppement lâche ne diminuent pas de façon marquée sa capacité protectrice. Et, à l'instar des revêtements liaisonnés, la gaine de polyéthylène peut protéger le tuyau sans que des cellules de concentration ne se forment à l'endroit des manques dans le revêtement.

La gaine de polyéthylène est facile à installer et ne requiert ni main-d'œuvre supplémentaire ni équipement spécial. L'équipe de construction n'a qu'à glisser le polyéthylène sur le tuyau au moment de l'installation. Comparativement à la protection cathodique et aux revêtements liaisonnés, la gaine de polyéthylène est très peu dispendieuse. Le coût initial du matériau et de l'installation est très bas – seulement quelques cents par pied dans la plupart des diamètres. De fait, plusieurs services d'utilités qui installent eux-mêmes leurs tuyaux n'affectent aucun coût à l'installation de la gaine, indiquant que le matériau ne coûte que quelques cents par pouce de diamètre par longueur d'un pied.

La gaine de polyéthylène est appliquée sur place, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des méthodes de manutention et d'emballage particulières pour la livraison. Et, parce que l'installation se fait sur place, il est moins probable que des dommages ne soient causés à la gaine qu'aux enduits appliqués en usine. Si le polyéthylène est endommagé, il est facile et simple de le réparer sur le chantier avec du ruban adhésif compatible avec le

polyéthylène.

Puisque le polyéthylène est un système de protection passif, il ne suppose aucun service d'entretien ou de surveillance dispendieux et l'exploitation ne coûte rien une fois l'installation faite.

Gaine de polyéthylène

- N'est pas dispendieuse.
- Est facile à installer.
- Aucune main-d'œuvre supplémentaire.
- Ne demande ni entretien ni surveillance.
- Aucun frais d'exploitation.
- Ne se détériore pas dans le sol.
- Facile à réparer avec un ruban adhésif compatible avec le polyéthylène.
- Ne requiert aucune opération de manutention ou d'emballage spéciale pour la livraison.
- Assure un milieu homogène pour le tuyau, éliminant pratiquement les piles de corrosion galvanique.
- Protège le tuyau en empêchant la formation de cellules de concentration à l'endroit des manques dans l'enduit.

Identification d'un milieu corrosif

Il est important d'identifier les milieux à potentiel corrosif avant d'installer les canalisations puisque, une fois l'installation terminée, il est à la fois coûteux et difficile de modifier un réseau en ajoutant des mesures de protection contre la corrosion.

Bien que le tuyau de fonte ductile possède une bonne résistance à la corrosion et ne requiert aucune protection additionnelle dans la plupart des types de sol, l'expérience a démontré qu'il est justifié de recourir à une protection extérieure contre la corrosion dans certains types de sols. Voici quelques exemples : des sols à faible résistivité, à bactéries anaérobies, composés de matériaux différents ou à aération différentielle autour du tuyau. La présence de métaux différents et de courants vagabonds directs externes peut également nécessiter l'utilisation d'une protection supplémentaire contre la corrosion.

Les sols contaminés par des résidus de mine à charbon, des cendres, des rebuts ou des sels, sont en général considérés comme corrosifs. Il en est de même pour certains milieux naturels tels les marais, les tourbières, les argiles gonflantes et les sols alcalins. Enfin, les terrains humides et bas sont généralement considérés comme plus corrosifs que ceux situés en des endroits bien drainés.

Modèle décisionnel de conception^{MC}

Les recommandations visant le contrôle de la corrosion dans le cas des tuyaux neufs en fonte ductile ont souvent varié puisqu'elles dépendaient largement de l'expérience des ingénieurs-concepteurs concernés. Ce qui a souvent eu pour résultat que les ingénieurs des services d'utilités publiques et les ingénieurs-conseils ont basé sur des recommandations contradictoires leurs décisions concernant le calcul de mesures de contrôle de la corrosion.

Afin de mieux servir les industries d'eau potable et d'eaux usées, le Ductile Iron Pipe Research Association (« DIPRA ») et les Corpro Companies Inc., ont combiné leurs connaissances approfondies et leurs expériences pour développer conjointement une solution pratique et rentable de contrôle de la corrosion. Le fruit de ce travail est un modèle décisionnel de conception^{MC} (MDCMC) qu'utilisent DIPRA et Corpro à titre d'outil technique permettant de contrôler la corrosion dans des projets de réseaux de transmission et de distribution en fonte ductile.

Le MDCMC représente une avancée technologique importante dans le domaine du contrôle de la corrosion pour les canalisations en fonte ductile. Au cours des trois années de développement de cet outil de conception pratique, DIPRA et Corpro ont évalué plusieurs facteurs, y compris :

- Partage des connaissances et du savoir-faire en matière de corrosion;
- Analyse des vastes bases de données en

matière de corrosion de DIPRA et de Corpro;

- Essais en laboratoire et sur place des tuyaux de fonte ductile standards, tel que fabriqués;
- Inspections sur place des tuyaux de fonte ductile et de fonte grise, y compris des sites d'essai et des canalisations en service;
- Recherches conjointes sur place portant sur des canalisations de fonte ductile projetées;
- Comparaison des protocoles et des résultats des essais de sol.

Le MDCMC avance, bidimensionnel est une stratégie de contrôle de la corrosion économique, très efficace qui permet aux gestionnaires de services d'utilités d'être confiants, que tout au long de sa durée de vie prévue, la canalisation qu'ils installeront demain donnera le service fiable sur lequel ils ont insisté auprès de leurs clients.

En raison des importants investissements faits par la Ductile Iron Pipe Research Association et les Corpro Companies, Inc. dans le développement du MDCMC, les détails concernant ce modèle sont considérés comme des secrets commerciaux.

Méthode d'évaluation des sols à 10 points

Bien que plusieurs méthodes d'évaluation aient été utilisées pour prédire les conditions qualifiées de corrosives pour une canalisation enterrée, la méthode à 10 points, élaborée par la CIPRA en 1964 est la plus souvent recommandée pour le

tuyau de fonte ductile. Inclus en annexe à la norme ANSI/AWWA C105/21.5, le système à 10 points s'est montré d'une valeur inestimable dans des études visant plus de 100 millions de pieds de canalisations projetées afin d'établir la corrosivité du sol.

La méthode d'évaluation est fondée sur des renseignements tirés de cinq essais et d'observations :

- Résistivité du sol
- pH
- Potentiel d'oxydo-réduction (redox)
- Sulfures
- Humidité

Pour un échantillon de sol donné, chaque paramètre est évalué et reçoit des points selon son apport à la corrosivité. Les points alloués à chacun des cinq paramètres sont additionnés, et si la somme est de 10 ou plus, le sol est considéré comme corrosif pour le tuyau de fonte ductile et des mesures de protection s'imposent.

De plus, la possibilité de corrosion par les courants vagabonds directs doit également faire partie de l'évaluation. Il est aussi très important de consulter les notes existantes sur des expériences passées, touchant des structures enterrées dans le secteur pour prédire la corrosivité du sol.

Il est important de noter que le système à 10 points, comme toute méthode d'évaluation doit servir de guide permettant d'établir le potentiel corrosif d'un sol pour le tuyau de fonte ductile. Il ne doit être utilisé que par des ingénieurs ou des techniciens compétents expérimentés dans l'analyse et l'évaluation des sols.

Évaluation des échantillons de sol pour le tuyau de fonte ductile

(Système à 10 points)*

Caractéristiques du sol	Points	
Résistivité (ohm/cm)**		Humidité
< 1,500	10	Drainage faible,
≥ 1,500 - 1,800	8	continuellement humide 2
> 1,800 - 2,100	5	Drainage passable
> 2,100 - 2,500	2	généralement humide 1
> 2,500 - 3,000	1	Bon drainage
> 3,000	0	généralement sec 0
pH		
0 - 2	5	
2 - 4	3	
4 - 6.5	0	
6.5 - 7.5	0	
7.5 - 8.5	0	
> 8.5	3	
Potentiel Redox		
> + 100 mv	0	
+50 à 100 mv	3.5	
0 à 50 mv	4	
Négatif	5	
Sulfures		
Positif	3.5	
Trace	2	
Négatif	0	

* Dix points – corrosif pour le tuyau de fonte ductile. Protection indiquée.

** D'après une sonde dans une boîte de sol saturée d'eau parce que ces méthodes ont été conçues pour obtenir les lectures les plus précises possible et de la plus faible résistivité.

*** S'il y a présence de sulfures et qu'on obtient un potentiel redox faible (<100mv) ou négatif, on doit accorder 3 points à cette partie.

Note : DIPRA recommande que l'échantillon de sol utilisé dans l'évaluation à 10 points soit prélevé à la profondeur d'enfouissement plutôt qu'en surface. La corrosivité du sol peut varier grandement d'un point à l'autre.

SUR GAINÉ DE POLYÉTHYLÈNE



Merritt Island, FL 27 ans

Tuyau de fonte grise de 24 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils.

Installé en 1963. Inspecté en 1990.

Analyse du sol :

Description : sable
loameux gris et noir.
Résistivité : 1,120 ohms-cm (10)*
pH : 7.1 (3)
Redox : -20 mv (5)
Sulfures : positif (3.5)
Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (23.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Waterford, MI 20 ans

Tuyau de fonte ductile de 8 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils.

Installé en 1975. Inspecté en 1995.

Analyse du sol :

Description : Argile limoneuse noir et grise
Résistivité : 960 ohms-cm (10)
pH : 7.5 (3)
Redox : +27 mv (3.5)
Sulfures : positif (3.5)
Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (22)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Philadelphia, PA 30 ans

Tuyau de fonte grise de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils.

Installé en 1959. Inspecté en 1989.

Analyse du sol :

Description : aire remblayée – limon
argileux rouge brunâtre et argile organique
gris foncé avec matières organiques et
déchets de pétrole et de papier.
Résistivité : 2,400 à 5,600 ohms - cm (2)
pH : 3.9 à 6.2 (3)
Redox : +67 à +69 mv (3.5)
Sulfures : positif (3.5)
Humidité : humide à saturé (2)

État du sol : corrosif (14)

État du tuyau et de la gaine : très bon.

* Les nombres entre parenthèses indiquent les points accumulés au cours de l'essai d'évaluation du sol selon la méthode décrite à l'annexe A de la norme ANSI/AWWA C105/A21.5. Voir le tableau à la page 5 de la présente brochure.



Ogden, UT 10 ans

Tuyau de fonte ductile de 16 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1979. Inspecté en 1989.

Analyse du sol :

Description : argile limoneuse gris foncé.
Résistivité : 192 ohms-cm (10)
pH : 7.9 (0)
Redox : -165 mv (5)
Sulfures : positif (3.5)
Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (20.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Mitchell, SD 18 ans

Tuyau de fonte grise de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1963. Inspecté en 1981.

Analyse du sol :

Description : argile et sable bruns avec
cendres.
Résistivité : 840 ohms-cm (10)
pH : 7.1 (0)
Redox : +450 mv (0)
Sulfures : trace (2)
Humidité : humide (1)

État du sol : corrosif (13)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Detroit, MI 21 ans

Tuyau de fonte ductile de 8 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1974. Inspecté en 1995.

Analyse du sol :

Description : argile limoneuse grise et noire.
Résistivité : 1,320 ohms-cm (10)
pH : 7.4 (3)
Redox : -113 mv (5)
Sulfures : positif (3.5)
Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (23.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.

RECHERCHES



Omaha, NE 15 ans

Tuyau de fonte grise de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1974. Inspecté en 1989.

Analyse du sol :

Description : argile grise.

Résistivité : 600 ohms-cm (10)*

pH : 7.4 (3)

Redox : +90 mv (3.5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : humide (2)

État du sol : corrosif (22)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Charleston, SC 21 ans

Tuyau de fonte ductile de 24 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1967. Inspecté en 1988.

Analyse du sol :

Description : sable et argile gris avec terreau organique dans marécages asséchés soumis à une nappe d'eau souterraine variable en raison des marées sur la côte.

Résistivité : 560 ohms-cm (10)

pH : 6.9 (3)

Redox : -132 mv (5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (23.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Syracuse, NY 15 ans

Tuyau de fonte grise de 8 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils.

Installé en 1988. Inspecté en 2003.

Analyse du sol :

Description : Argile organique brun foncé

Résistivité : 410 ohms-cm (10)

pH : 6.9 (3)

Redox : -60 mv (3.5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (23.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.

* Les nombres entre parenthèses indiquent les points accumulés au cours de l'essai d'évaluation du sol selon la méthode décrite à l'annexe A de la norme ANSI/AWWA C105/A21.5. Voir le tableau à la page 5 de la présente brochure.



Fayetteville, AR 30 ans

Tuyau de fonte grise de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1973. Inspecté en 1989.

Analyse du sol :

Description : argile organique foncée.

Résistivité : 520 ohms-cm (10)

pH : 5.6 (0)

Redox : -80 mv (5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (20.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Jackson, MS 9 ans

Tuyau de fonte ductile de 8 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1977. Inspecté en 1986.

Analyse du sol :

Description : mélange d'argile organique et d'argile limoneuse brune.

Résistivité : 880 ohms-cm (10)

pH : 4.4 (0)

Redox : -150 mv (5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (20.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Little Rock, AR 14 ans

Tuyau de fonte ductile de 30 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1972. Inspecté en 1986.

Analyse du sol :

Description : argile rougeâtre et brun-gris foncé.

Résistivité : 600 ohms-cm (10)

pH : 6.9 (3)

Redox : +40 mv (4)

Sulfures : trace (2)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (21)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Montgomery, AL 20 ans

Tuyau de fonte ductile de 36 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1982. Inspecté en 2002.

Analyse du sol :

Description : sable argileux brun rougeâtre

Résistivité : 172 ohms-cm (10)*

pH : 8.7 (3)

Redox : +30 mv (4)

Sulfures : négatif (0)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (19)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Lafourche Parish, LA 45 ans

Tuyau de fonte grise de 4 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1958. Inspecté en 1998.

Analyse du sol :

Description : argile grise avec matières organiques noires.

Résistivité : 520 ohms-cm (10)

pH : 6.3 (0)

Redox : -50 mv (5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (20.5)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Latham, NY 36 ans

Tuyau de fonte ductile de 6 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils.

Installé en 1962. Inspecté en 1998.

Analyse du sol :

Description : argile ferme brun foncé

Résistivité : 600 ohms-cm (10)

pH : 7.1 (0)

Redox : +200 mv (0)

Sulfures : négatif (0)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (12)

État du tuyau et de la gaine : excellent.

* Les nombres entre parenthèses indiquent les points accumulés au cours de l'essai d'évaluation du sol selon la méthode décrite à l'annexe A de la norme ANSI/AWWA C105/A21.5. Voir le tableau à la page 5 de la présente brochure.



St. George, UT 16 ans

Tuyau de fonte ductile de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1968. Inspecté en 1984.

Analyse du sol :

Description : limon argileux gris foncé.

Résistivité : 720 ohms-cm (10)

pH : 7.3 (0)

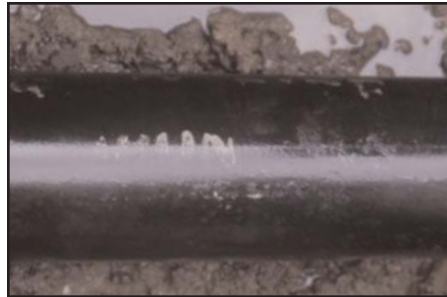
Redox : +110 mv (0)

Sulfures : négatif (0)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (12)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



City of Orange, CA 18 ans

Tuyau de fonte grise de 6 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1969. Inspecté en 1987.

Analyse du sol :

Description : argile limoneuse brune.

Résistivité : 640 ohms-cm (10)

pH : 6.3 (0)

Redox : +170 mv (0)

Sulfures : négatif (0)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (12)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



St. Louis, MO 13 ans

Tuyau de fonte ductile de 12 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1973. Inspecté en 1986.

Analyse du sol :

Description : argile brun-gris collante.

Résistivité : 600 ohms-cm (10)

pH : 6.7 (0)

Redox : +150 mv (0)

Sulfures : négatif (0)

Humidité : humide (1)

État du sol : corrosif (11)

État du tuyau et de la gaine : excellent.



Nanticoke, ON, Canada 16 ans

Tuyau de fonte ductile de 16 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1977. Inspecté en 1993.

Analyse du sol :

Description : argile limoneuse brune, grise et noire.

Résistivité : 960 ohms-cm (10)

pH : 7.3 (3)

Redox : -18 mv (5)

Sulfures : positif (3.5)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (23.5)

État du tuyau et de la gaine : très bon.



Farmington/ Shiprock, NM 20 ans

Tuyau de fonte ductile de 16 po sous gaine de polyéthylène de 8 mils

Installé en 1968. Inspecté en 1988.

Analyse du sol :

Description : Limon argileux brun pâle, avec un peu de gravier et de roc.

Résistivité : 400 ohms-cm (10)

pH : 7.7 (0)

Redox : +146 mv (0)

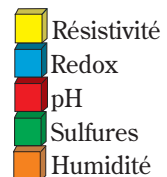
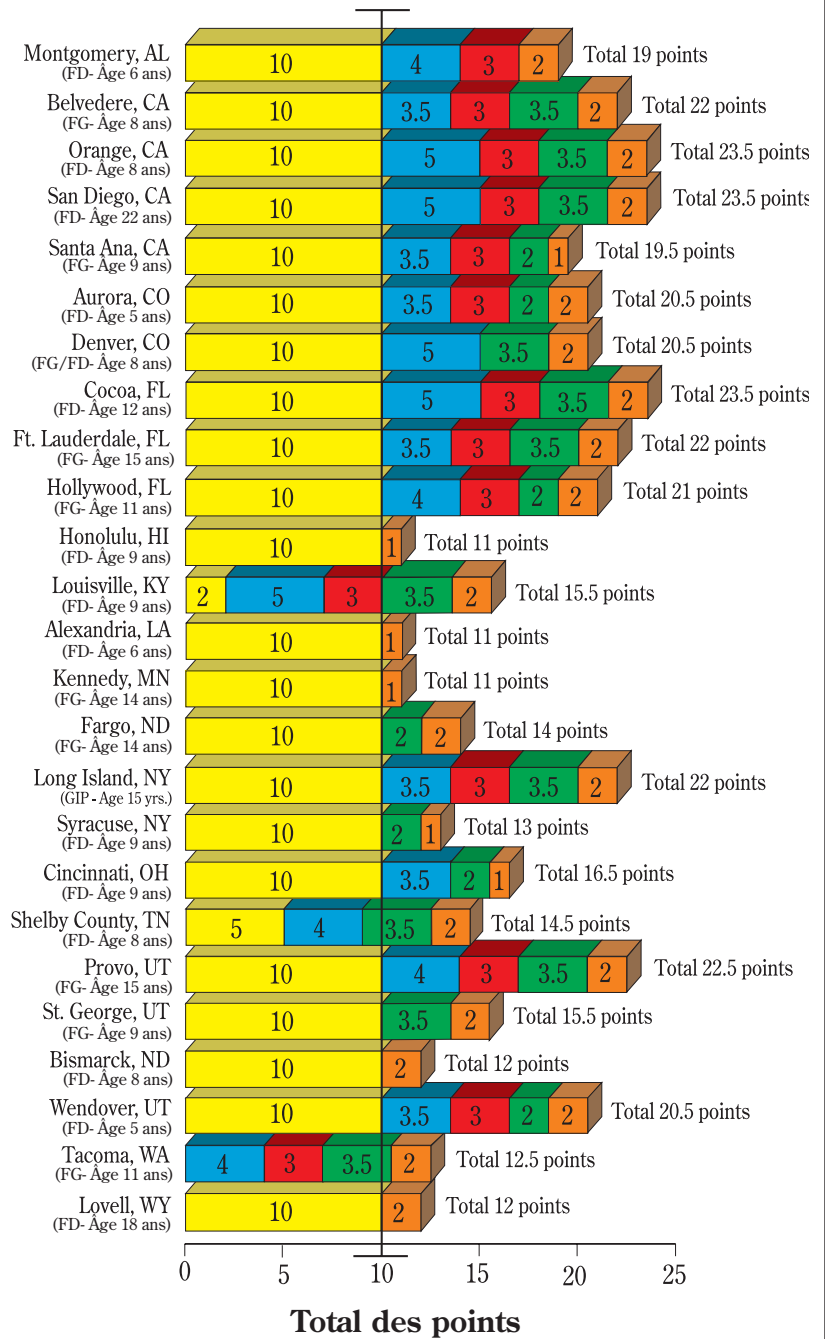
Sulfures : trace (2)

Humidité : saturé (2)

État du sol : corrosif (14)

État du tuyau et de la gaine : excellent.

Autres recherches sur la gaine de polyéthylène



Bonne méthode d'installation de la gaine de polyéthylène

Comme dans le cas de n'importe quel système de protection contre la corrosion, pour en assurer le succès il est important de procéder correctement à l'installation. Les précautions prises en cours d'installation sont aussi importantes que la méthode d'installation elle-même. Les quelques cas de défaillance connus dans le cas des tuyaux de fonte grise et ductile sous gaine de polyéthylène sont généralement dus à une mauvaise installation ou à une faible qualité d'exécution.

La norme ANSI/AWWA C105/A21.5 décrit trois méthodes d'installation de la gaine de polyéthylène. Les méthodes A et B appellent à des tubes de polyéthylène et la méthode C à des feuilles.

La Méthode A utilise une longueur de tube de polyéthylène, qui se chevauche à l'endroit des joints, pour chaque longueur de tuyau. Parce que l'installation se fait plus rapidement et plus facilement, la plupart des services d'utilités et entrepreneurs choisissent une certaine forme de la Méthode A.

La Méthode B utilise des morceaux distincts de tube de polyéthylène pour le fût des tuyaux et les joints. *La norme nationale ne recommande pas l'emploi de la Méthode B pour les joints de type boulonné à moins qu'une couche supplémentaire de polyéthylène ne soit placée sur le joint comme dans les méthodes A et C.*

Dans la Méthode C, chaque tronçon de tuyau est entièrement enveloppé dans une feuille de polyéthylène.

ANSI/AWWA C105/A21.5 Installation Methods



Méthode A

Dans cette méthode, qui est la méthode préférée de la plupart des services d'utilités publiques et des entrepreneurs, une longueur de tube de polyéthylène est placée sur chaque longueur de tuyau et il y a chevauchement des tubes aux joints.



Méthode B

Des morceaux distincts de tubes de polyéthylène sont utilisés pour le fût des tuyaux et les joints. Note : La méthode B n'est pas recommandée dans le cas de tuyaux à joints boulonnés à moins qu'une couche supplémentaire de polyéthylène ne soit placée sur les joints comme dans les méthodes A et C.



Méthode C

Chaque tronçon de tuyau est complètement enveloppé dans une feuille de polyéthylène.

Méthode A pour tranchées normales sèches



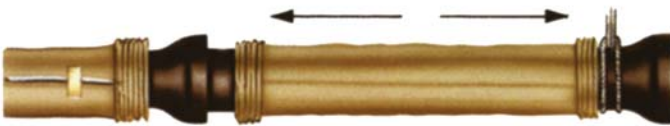
Étape 1.

Tailler un tronçon de tube de polyéthylène mesurant environ deux pieds de longueur de plus que le tuyau. Débarrasser la surface du tuyau des mottes d'argile, de la boue, des cendres ou de tout autre matériau qui auraient pu s'y accumuler en cours d'installation. Glisser le tube de polyéthylène sur le tuyau, en commençant par le bout mâle. Replier le tube sur lui-même à la façon d'un accordéon au bout du tuyau. Tirer la partie du tube qui surplombe le tuyau jusqu'à ce qu'elle dégage l'extrémité du tuyau.



Étape 2.

Creuser un trou peu profond sous la cloche dans le fond de la tranchée à l'endroit du joint pour faciliter la mise en place du tube de polyéthylène. Descendre le tuyau dans la tranchée et effectuer le joint du tuyau avec le tronçon précédent.



Étape 3.

Amener le câble jusqu'au bout femelle du tuyau et soulever le tuyau légèrement afin de donner le jeu nécessaire pour permettre de glisser le tube. Étendre le tube sur toute la longueur du fût du tuyau. *Note : S'assurer qu'il n'y a pas de saletés ni de matériaux de l'assise prisonniers entre l'enveloppe et le tuyau.*



Étape 4.

Faire chevaucher les extrémités du tube de polyéthylène en tirant l'extrémité du tube pliée en accordéon sur la longueur précédente de tuyau et en la fixant en place. *Note : Il est possible de maintenir le polyéthylène en place à l'aide de ruban adhésif, de ficelles, d'attaches de plastique et de tout autre matériel capable de maintenir en place la gaine de polyéthylène de façon serrée autour du tuyau.*



Étape 5.

Faire chevaucher l'extrémité du tube fixée en place et celle du tube placé sur le nouveau tronçon de tuyau. Bien fixer l'extrémité du nouveau tube.



Étape 6.

Rattraper le jeu dans le tube le long du fût du tuyau afin d'assurer un bon ajustement, pas trop serré. Replier le surplus de polyéthylène sur le dessus du tuyau.



Étape 7.

Assujettir le repli en plusieurs points le long du fût du tuyau (environ tous les trois pieds).



Étape 8.

Réparer les petites éraflures, déchirures ou autres dommages au moyen de ruban adhésif. Si le polyéthylène est gravement endommagé, réparer la partie endommagée en utilisant une feuille de polyéthylène et sceller les extrémités de la pièce au moyen de ruban adhésif.



Étape 9.

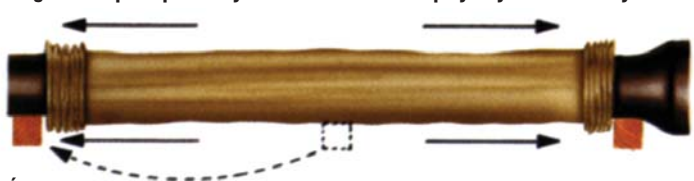
Remblayer soigneusement le tuyau selon la méthode de remblayage présentée dans la norme AWWA C600. Pour éviter tout dommage en cours de remblayage, laisser un jeu suffisant dans le tube à l'endroit des joints. Le matériau de remblai doit être exempt de cendres, de roches, de blocs, de clous, de bâtonnets ou d'autres matériaux pouvant endommager le polyéthylène. Éviter d'endommager le polyéthylène avec les appareils de compactage.

Autre version de la méthode A pour des conditions de tranchée humides

Dans des conditions de tranchée humides, détremées, le tuyau doit être entièrement recouvert d'un tube de polyéthylène avant sa mise en place dans la tranchée. Cette autre méthode est illustrée ci-après.



Étape 1.
Tailler un tronçon de tube de polyéthylène mesurant environ deux pieds de longueur de plus que le tuyau. Glisser le tube de polyéthylène sur le tuyau.



Étape 2.
Étendre le tube sur toute la longueur du fût du tuyau en repoussant les deux extrémités du tube sur le tuyau afin de dégager les deux bouts du tuyau. S'assurer que le tube est centré sur le tuyau pour donner un chevauchement de un pied à chaque extrémité.



Étape 3.
Rattraper le jeu dans le tube pour assurer un bon ajustement, pas trop serré. (Voir la page précédente.) Placer du ruban adhésif sur toute la circonférence ou des attaches de plastique (tie wrap) à des intervalles de deux pieds le long du fût du tuyau pour aider à réduire l'espace entre le polyéthylène et le tuyau. Placer une bande de ruban adhésif ou une attache de plastique tout autour du tuyau à chaque extrémité pour sceller le polyéthylène, laissant les extrémités du tube libres pour faire des joints à chevauchement sur les deux tuyaux joints ensemble.



Étape 4.
Descendre le tuyau dans la tranchée et joindre les tuyaux. Prendre les mesures nécessaires pour ne pas endommager le polyéthylène lors de la manutention du tuyau ou de la réalisation du joint. Terminer l'installation en suivant les étapes 4 et 5 applicables aux tranchées sèches (en prenant soin de sceller les extrémités du chevauchement au moyen de ruban adhésif ou d'attaches de plastique tout autour du tuyau à chaque extrémité) et les étapes 8 et 9 de la page précédente. Note : Au moment de lever un tuyau sous gaine de polyéthylène, utiliser une élingue du type en tissu ou un câble ou une chaîne coussinée de façon appropriée pour empêcher d'endommager le polyéthylène.

Pour tout problème ou question au sujet de l'installation de la gaine de polyéthylène, communiquez avec DIPRA ou une de ses compagnies membres.

Accessoires

Accessoires à la forme du tuyau

Recouvrir les coudes, réducteurs, déviations et autres accessoires moulés comme le tuyau de la même façon que le tuyau.

Accessoires de forme spéciale

Envelopper les accessoires de forme spéciale comme les vannes, tés et croix d'une feuille de polyéthylène ou d'une longueur de tube fendue en deux en glissant d'abord la feuille sous l'accessoire puis en la ramenant sur le dessus et en la refermant autour du corps de l'accessoire. Faire les joints en ramenant les extrémités du polyéthylène ensemble, en les repliant deux fois puis en les fixant en place au moyen de ruban adhésif.

Joints

Faire chevaucher le polyéthylène à l'endroit des joints comme pour une installation ordinaire puis maintenir le polyéthylène en place près de la tige de la vanne et des autres éléments qui le traversent, au moyen de ruban adhésif. Lorsqu'on utilise des joints boulonnés, il faut prendre soin d'empêcher les boulons ou autres arêtes coupantes des joints de traverser la gaine.

Branchements, robinets de vidange et d'air

Pour prévoir des ouvertures pour les branchements, les robinets de vidange et d'air et autres accessoires de même type, pratiquer une entaille en forme de X dans le polyéthylène et replier temporairement la pellicule sur elle-même. Après avoir installé l'accessoire, fixer au moyen de ruban adhésif l'excès de polyéthylène sur l'accessoire et réparer l'entaille et toute autre partie endommagée au moyen de ruban adhésif.

Branchements de service

La méthode recommandée pour pratiquer des prises de branchement sur un tuyau de fonte ductile sous gaine de polyéthylène consiste à placer deux ou trois couches de ruban adhésif compatible avec le polyéthylène tout autour du tuyau pour recouvrir la partie du tuyau où seront montées la taraudeuse et la chaîne. Puis il suffit d'installer le robinet de branchement directement à travers le ruban et la gaine. Une fois la prise exécutée, inspecter cette partie du tuyau sur toute sa circonférence pour détecter tout dommage fait à la gaine et faire les réparations nécessaires.



Méthode de taraudage recommandée

Pour exécuter la méthode de taraudage recommandée dans le cas d'un tuyau de fonte ductile sous gaine de polyéthylène, envelopper le tuyau, sur toute sa circonférence, de deux ou trois couches de ruban adhésif compatible avec le polyéthylène de façon à recouvrir entièrement la partie du tuyau où seront montées la taraudeuse et la chaîne.

Sylvia Caswell



Monter la taraudeuse sur la partie de tuyau recouverte de ruban compatible avec le polyéthylène. Puis exécuter la prise et installer le robinet de prise directement à travers le ruban et le polyéthylène.

Sylvia Caswell



Une fois le branchement exécuté, inspecter le tuyau sur toute sa circonférence pour détecter tout dommage fait à la gaine et réparer au besoin.

Sylvia Caswell



Trucs d'installation

1. La qualité de l'installation est plus importante que la séquence des opérations.
2. Ne pas laisser le polyéthylène à l'extérieur exposé au soleil pendant de longues périodes avant de l'installer.
3. Lorsqu'il faut soulever un tuyau de fonte ductile sous gaine de polyéthylène avec une pelle mécanique, utiliser une élingue de type en tissu ou un câble coussiné pour protéger le polyéthylène.
4. S'assurer de débarrasser la surface du tuyau des mottes d'argile, de la boue, des cendres, etc. avant de le placer sous la gaine de polyéthylène.
5. Prendre les mesures nécessaires afin d'éviter que de la terre ou des matériaux de l'assise ne restent prisonniers entre le tuyau et la gaine.
6. Quand on installe une gaine de polyéthylène sous le niveau de la nappe phréatique ou à des endroits soumis à l'effet des marées, sceller aussi bien que possible les deux extrémités des tubes de polyéthylène au moyen de ruban adhésif compatible ou d'attaches de plastique à l'endroit où les tubes se chevauchent. De plus, placer des couches de ruban adhésif sur toute la circonférence du tuyau ou des attaches de plastique à des intervalles de deux pieds le long du fût du tuyau pour aider à réduire l'espace entre le polyéthylène et le tuyau.

Coûts

La gaine de polyéthylène est encore plus économique lorsqu'on la compare aux autres systèmes de protection contre la corrosion comme les enduits liaisonnés et la protection cathodique.

Selon les coûts décrits dans le rapport technique de 1985 de la U.S. Army Corps of Engineers, le coût d'application d'un enduit d'époxy à base de goudron de houille de 16 mils d'épaisseur équivaut à cinq fois le coût d'une gaine de polyéthylène. Et ces chiffres ne comprennent pas les coûts supplémentaires d'emballage, de manutention, de transport et d'inspection.

Par comparaison avec la gaine de polyéthylène, l'installation d'une protection cathodique est très dispendieuse. Selon ce même rapport du Corps of Engineers, le coût d'installation d'un système de protection cathodique à courant imposé sur un tuyau de fonte ductile de 12 po de diamètre est cinq fois plus élevé que celui d'une gaine de polyéthylène. Les frais d'installation d'un système à anode sacrificielle sont supérieurs d'environ 30 fois à ceux du polyéthylène. Ces chiffres ne comprennent pas les coûts de l'entretien permanent nécessaire pour les deux systèmes, qui pour toute la durée de vie des systèmes, sont souvent de beaucoup supérieurs aux coûts initiaux de conception et d'installation.

Dimensions recommandées pour les tubes et feuilles de polyéthylène pour le tuyau de fonte ductile

Diamètre nominal du tuyau (pouces)	Largeur minimale du polyéthylène (pouces)	
	Tube plat	Feuille
3	14	28
4	14	28
6	16	32
8	20	40
10	24	48
12	27	54
14	30	60
16	34	68
18	37	74
20	41	82
24	54	108
30	67	134
36	81	162
42	81	162
48	95	190
54	108	216
60	108	216
64	121	242

Conclusion

Il n'existe *pas* de système de protection contre la corrosion parfait pour les canalisations métalliques enterrées. Des bris ont été signalés dans le cas de tous les types de systèmes, y compris la protection cathodique.

L'installation et l'entretien sont très dispendieux dans le cas de la protection cathodique. De plus, cette protection peut endommager les canalisations voisines par interférence des courants vagabonds.

Les enduits liaisonnés sont également très dispendieux. De plus, ils peuvent être facilement endommagés en cours de transport, de manutention et d'installation. Il en coûte également très cher pour les réparer sur place et cette opération est difficile.

La gaine de polyéthylène a aussi ses limites – et elle n'est pas utilisable dans tous les cas où il est justifié de protéger les tuyaux de fonte ductile contre la corrosion. Il y a des cas où il est impossible d'installer de la gaine



Pendant plus de 40 ans, la gaine de polyéthylène a été utilisée avec succès pour protéger des millions de pieds de tuyaux de fonte grise et de fonte ductile dans une vaste gamme de types de sols.

John C. Anderson, *Polyethylene Encasement for Protection of Ductile Iron Pipe in Corrosive Environments*, Ductile Iron Pipe Research Association, Birmingham, Alabama.

A. Michael Horton, "Protecting Pipe With Polyethylene Encasement," 1951-1988, *Waterworld News*, May/June 1988, pp. 26-28.

Andrew B. Malizio, "Pipe Digs Show Effectiveness of Poly Sheet Encasement," *Water Engineering & Management*, October 1986.

Troy F. Stroud, "Corrosion Control Methods for Ductile Iron Pipe," *Waterworld News*, July/August 1989, American Water Works Association, Denver, Colorado.

Troy F. Stroud, "Corrosion Control Measures For Ductile Iron Pipe," Paper No. 585, National Association of Corrosion Engineers Corrosion 89 Conference, New Orleans, Louisiana, April 18, 1989.

Troy F. Stroud, "Polyethylene Encasement versus Cathodic Protection: A View on Corrosion Protection," *Ductile Iron Pipe News*, Spring/Summer 1988, pp. 8-11.

Ernest F. Wagner, "Loose Plastic Film Wrap as Cast-Iron Pipe Protection," *Journal American Water Works Association* Vol. 56, No. 3, March 1964.

T.M. Walski, "Cost of Water Distribution System Infrastructure Rehabilitation, Repair, and Replacement," *Technical Report EL-85-5*. U.S. Army Corps of Engineers, Department of the Army, Washington, D.C., March 1985.

W. Harry Smith, "Corrosion Prevention with Loose Polyethylene Encasement," *Water & Sewage Works*, May 1982.

David H. Kroon, "Corrosion Protection of Ductile Iron Pipe," Paper No. 04046, National Association of Corrosion Engineers, Corrosion '04 Conference, New Orleans, Louisiana, March 29, 2004.

Richard W. Bonds, "Corrosion and Corrosion Research of Iron Pipe," American Society of Civil Engineers Pipeline Engineering and Construction Conference, San Diego, California, August 1, 2004.

L. Gregg Horn, "The Design Decision Model™ For Corrosion Control of Ductile Iron Pipelines," Ductile Iron Pipe Research Association, Birmingham, Alabama.

de polyéthylène en raison de conditions de construction inhabituelles ou de la présence de certains courants vagabonds de haute densité ou dans «des conditions corrosives uniques» définies dans l'annexe « A » de la norme ANSI/AWWA C105/A21.5 où la gaine seule ne suffirait pas à assurer le degré de protection requis. Dans de telles situations, DIPRA recommande parfois des méthodes de protection de rechange. Et, comme dans le cas de toutes les méthodes de contrôle de la corrosion, le succès de la méthode sous gaine de polyéthylène dépend des techniques d'installation appropriées.

Depuis le début des années 50, DIPRA a fait des recherches sur de nombreuses méthodes de protection contre la corrosion pour les tuyau de fonte ductile et de fonte grise, y compris des centaines d'études en laboratoire, sur des chantiers d'essai et des réseaux d'aqueduc en service aux États-Unis. On a également étudié de nouveaux types de polyéthylène, diverses sortes d'enduits extérieurs et l'utilisation de remblai de choix.

Plus de 40 ans d'expérience ont démontré

l'efficacité de la gaine de polyéthylène pour protéger les tuyaux de fonte ductile et de fonte grise dans une large gamme de types de sols. Une gaine de polyéthylène installée correctement peut efficacement éliminer la grande majorité des problèmes de corrosion que rencontrent la plupart des services d'utilités.

DIPRA se fonde sur de nombreux résultats d'essais en laboratoire et sur place pour continuer de recommander la gaine de polyéthylène comme la méthode la plus économique et la plus efficace de protection des tuyaux de fonte ductile installés dans la plupart des milieux corrosifs.

Pour plus de renseignements

American National Standard for Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe Systems. ANSI/AWWA C105/A21.5-99. American Water Works Association, Denver, Colorado.

COMPAGNIES MEMBRES DE LA DIPRA

American Cast Iron Pipe Company
P.O. Box 2727
Birmingham, Alabama 35202-2727

Atlantic States Cast Iron Pipe Company
183 Sitgreaves Street
Phillipsburg, New Jersey 08865-3000

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

Clow Water Systems Company
P.O. Box 6001
Coshocton, Ohio 43812-6001

Griffin Pipe Products Co.
1400 Opus Place, Suite 700
Downers Grove, Illinois 60515-5707

McWane Cast Iron Pipe Company
1201 Vanderbilt Road
Birmingham, Alabama 35234

Pacific States Cast Iron Pipe Company
P.O. Box 1219
Provo, Utah 84603-1219

United States Pipe and Foundry Company
P.O. Box 10406
Birmingham, Alabama 35202-0406

DUCTILE IRON PIPE RESEARCH ASSOCIATION



Une association regroupant des fabricants de qualité respectant les plus hautes normes en matière de tuyaux grâce à un programme de recherche continu.
245 Riverchase Parkway East, Suite 0
Birmingham, Alabama 35244-1856
Tél. : 205 402-8700 Téléc. : 205 402-8730
<http://www.dipra.org>

LE TUYAU DE FONTE DUCTILE LE MEILLEUR CHOIX



Fabriqué à partir de produits recyclés